

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark  
Office  
(Box PCT)  
Crystal Plaza 2  
Washington, DC 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing:

14 May 1999 (14.05.99)

International application No.:

PCT/JP97/04011

Applicant's or agent's file reference:

PEB119

International filing date:

04 November 1997 (04.11.97)

Priority date:

Applicant:

NAGATO, Shuichi et al

1. The designated Office is hereby notified of its election made:



in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

06 April 1998 (06.04.98)



in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was



was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

BEST AVAILABLE COPY

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer:

J. Zahra

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

## PATENT COOPERATION TREATY

**PCT**  
**NOTIFICATION OF TRANSMITTAL**  
**OF COPIES OF TRANSLATION**  
**OF THE INTERNATIONAL PRELIMINARY**  
**EXAMINATION REPORT**

(PCT Rule 72.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

WATANABE, Isamu  
 Gowa Nishi-Shinjuku Building  
 4th floor  
 5-8, Nishi-Shinjuku 7-chome  
 Shinjuku-ku  
 Tokyo 160-0023  
 JAPON



<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 30 May 2000 (30.05.00)	<b>IMPORTANT NOTIFICATION</b>
<b>Applicant's or agent's file reference</b> PEB119	
<b>International application No.</b> PCT/JP97/04011	<b>International filing date</b> (day/month/year) 04 November 1997 (04.11.97)
<b>Applicant</b> EBARA CORPORATION et al	

**1. Transmittal of the translation to the applicant.**

The International Bureau transmits herewith a copy of the English translation made by the International Bureau of the international preliminary examination report established by the International Preliminary Examining Authority.

**2. Transmittal of the copy of the translation to the elected Offices.**

The International Bureau notifies the applicant that copies of that translation have been transmitted to the following elected Offices requiring such translation:

EP,AU,BR,CA,CN,CZ,NO,NZ,PL,RO,RU,SK,US

The following elected Offices, having waived the requirement for such a transmittal at this time, will receive copies of that translation from the International Bureau only upon their request:

AL,AM,AZ,BB,BG,BY,EE,GE,HU,ID,IL,IS,JP,KE,KG,KR,KZ,LK,LR,LS,LT,LV,MD,MG,MK,MN,MW,MX,SD,SG,SI,TJ,TM,TR,TT,UA,UG,UZ,VN

**3. Reminder regarding translation into (one of) the official language(s) of the elected Office(s).**

The applicant is reminded that, where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary examination report.

It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned (Rule 74.1). See Volume II of the PCT Applicant's Guide for further details.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland  Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer  Eliott Peretti  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT, 1 MAY 2000

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE  
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL  
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

WATANABE, Isamu  
Gowa Nishi-Shinjuku Building  
4th floor  
5-8, Nishi-Shinjuku 7-chome  
Shinjuku-ku  
Tokyo 160-0023  
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 14 May 1999 (14.05.99)		
Applicant's or agent's file reference PEB119		IMPORTANT NOTICE
International application No. PCT/JP97/04011	International filing date (day/month/year) 04 November 1997 (04.11.97)	
Priority date (day/month/year)		
Applicant EBARA CORPORATION et al		

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

AU,CN,EP,IL,JP,KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

AL,AM,AZ,BB,BG,BR,BY,CA,CZ,EE,GE,HU,ID,IS,KE,KG,KZ,LK,LR,LS,LT,LV,MD,MG,MK,MN,MW,  
MX,NO,NZ,PL,RO,RU,SD,SG,SI,SK,TJ,TM,TR,TT,UA,UG,UZ,VN

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 14 May 1999 (14.05.99) under No. WO 99/23431

**REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)**

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

**REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))**

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer J. Zahra Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

13T 09/530703  
37E1

PATENT COOPERATION TREATY

3749

Translation

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PEB119	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP97/04011	International filing date (day/month/year) 04 November 1997 (04.11.97)	Priority date (day/month/year)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC F27B 15/00		
Applicant EBARA CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.	
2. This REPORT consists of a total of <u>3</u> sheets, including this cover sheet.	
<input checked="" type="checkbox"/>	This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).
These annexes consist of a total of <u>2</u> sheets.	
3. This report contains indications relating to the following items:	
I <input checked="" type="checkbox"/>	Basis of the report
II <input type="checkbox"/>	Priority
III <input type="checkbox"/>	Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
IV <input type="checkbox"/>	Lack of unity of invention
V <input checked="" type="checkbox"/>	Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
VI <input type="checkbox"/>	Certain documents cited
VII <input type="checkbox"/>	Certain defects in the international application
VIII <input type="checkbox"/>	Certain observations on the international application

RECEIVED  
AUG 25 2000  
TC 3700 MAIL ROOM

Date of submission of the demand 06 April 1998 (06.04.98)	Date of completion of this report 18 September 1998 (18.09.1998)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP97/04011

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-49, as originally filed,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. 2-39, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
Nos. 1, filed with the letter of 03 September 1998 (03.09.1998),  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1-16, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 97/04011

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-39	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-39	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-39	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

No document could be found which disclosed the invention of Claims 1 to 39 of this application. Therefore, Claims 1 to 39 are novel and involve an inventive step.

(法8条、法施行規則第40、41条)  
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 PEB119	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 97/04011	国際出願日 (日.月.年) 04. 11. 97	優先日 (日.月.年)
出願人(氏名又は名称) 株式会社荏原製作所		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

2. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

3. ☐ この国際出願は、ヌクレオチド及び/又はアミノ酸配列リストを含んでおり、次の配列リストに基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願と共に提出されたもの

☐ 出願人がこの国際出願とは別に提出したもの

☐ しかし、出願時の国際出願の開示の範囲を越える事項を含まない旨を記載した書面が添付されていない

☐ この国際調査機関が書換えたもの

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、  
第1図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>°</sup> F27B15/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>°</sup> F27B15/00 F23C11/02 F22B1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1998

日本国登録実用新案公報 1994-1998

日本国実用新案登録公報 1996-1998

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	C (続き) 欄参照	

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.01.98

国際調査報告の発送日

03.02.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山本 一正

4 K

7 4 5 4

電話番号 03-3581-1101 内線 3434

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 1-95208, A (三井造船株式会社), 13. 4月. 1989 (13. 04. 89) 第2図 (3室あり、循環している点参照) (ファミリーなし)	1
A	J P, 7-269828, A (川崎重工株式会社), 20. 10月. 1995 (20. 10. 95) 図5、6 (案内手段50等参照) (ファミリーなし)	6、7 23、24
A	J P, 7-109282, B (株式会社荏原製作所), 22. 11月. 1995 (22. 11. 95) 第4図 (旋回流等参照)、第7図 (ファミリーなし)	8-11 25-28

PCT

## 国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
〔PCT36条及びPCT規則70〕

REC'D 09 OCT 1998

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 PEB119	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 97/04011	国際出願日 (日.月.年) 04.11.97	優先日 (日.月.年)
国際特許分類 (IPC) Int.Cl <sup>8</sup> F27B15/00		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社 荏原製作所		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。
- ☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 2 ページである。
3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
  - II ☐ 優先権
  - III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
  - IV ☐ 発明の単一性の欠如
  - V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
  - VI ☐ ある種の引用文献
  - VII ☐ 国際出願の不備
  - VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 06.04.98	国際予備審査報告を作成した日 18.09.98	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山本 一正 印	4 K 7 4 5 4
電話番号 03-3581-1101 内線 3434		

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とする)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書 第 1-49 ページ 出願時に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 請求の範囲 第 2-39 項、 出願時に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 1 項、 03.09.98 付の書簡と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

☒ 図面 第 1-16 ページ/図、 出願時に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図

3. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c))

4. 追加の意見(必要ならば)

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)

請求の範囲

1-39

有

請求の範囲

無

進歩性(IS)

請求の範囲

1-39

有

請求の範囲

無

産業上の利用可能性(IA)

請求の範囲

1-39

←有

請求の範囲

無

## 2. 文献及び説明

本願請求項1-39を示唆する文献はなく、新規性、進歩性がある。

## 請求の範囲

1. (補正後)流動層炉であって、複数の仕切壁によってガス化炉と燃焼炉の主燃焼室と熱回収室とに分割し、

前記ガス化炉および主燃焼室の少なくとも一方の流動層内において、一部を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、他の一部を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせて、旋回流を形成するとともに、ガス化炉と主燃焼室との間に流動媒体の循環流を形成し、

さらに前記熱回収室と主燃焼室との間に流動媒体の循環流を形成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置し、前記ガス化炉の炉床部分に供給する流動化ガスの酸素含有量は、投入可燃物に対する理論燃焼に必要な酸素量以下であることを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

2. 流動層炉を第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割し、該第1仕切壁には上下に連絡口を設けるとともに、該ガス化炉と該燃焼炉にはその内部に強流動化域と弱流動化域を設けるとともに、該第1仕切壁を介して一方の炉の強流動化域と他方の炉の弱流動化域が相接するように組み合わせ、該燃焼炉においては、更に第2の仕切壁にて主燃焼室と熱回収室に分割し、該第2仕切壁には上下に連絡口を設けるとともに、熱回収室内部には弱流動化域を形成するとともに熱伝達面を配置したことを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

3. 流動層炉であって、第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は下部と、上部すなわち流動層表面近傍で相互に連絡するように開口を有し、

前記ガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、

CLAIMS

RECEIVED  
APR 34 AMDT

Rec'd damaged

1. A fluidized-bed gasification and combustion furnace,  
characterized in that:

5 a fluidized-bed furnace is divided by a plurality of  
partition walls into a gasification furnace, a main combustion  
chamber of a combustion furnace and a heat recovery chamber of  
said combustion chamber;

a revolving flow of a fluidized medium is formed in at least  
10 one of said gasification furnace and said main combustion  
chamber;

a circulating flow of the fluidized medium is formed between  
said gasification furnace and said main combustion chamber;

a circulating flow of the fluidized medium is formed between  
15 said heat recovery chamber and said main combustion chamber; and

a heat transfer surface is disposed in a fluidized-bed of  
said heat recovery chamber.

2. A fluidized-bed gasification and combustion furnace,  
20 characterized in that:

a fluidized-bed furnace is divided by a first partition wall  
into a gasification furnace and a combustion furnace;

upper and lower openings are formed in said first partition  
wall so that said gasification furnace and said combustion  
25 furnace communicate with each other;

an intense fluidizing region and a weak fluidizing region  
of a fluidized medium are formed in said gasification furnace  
and said combustion furnace;

said intense fluidizing region of the fluidized medium in one of said furnaces and said weak fluidizing region of the fluidized medium in the other of said furnaces are located adjacent to each other with said first partition wall interposed therebetween;

said combustion furnace is divided by a second partition wall into a main combustion chamber and a heat recovery chamber;

upper and lower openings are formed in said second partition wall so that said main combustion chamber and said heat recovery chamber communicate with each other; and

a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed in said heat recovery chamber and a heat transfer surface is disposed in said heat recovery chamber.

3. A fluidized-bed gasification and combustion furnace, characterized in that:

a fluidized-bed furnace is divided by a first partition wall into a gasification furnace and a combustion furnace;

said first partition wall has openings so that said gasification furnace and said combustion furnace communicate with each other at lower portions thereof, and upper portions thereof near surfaces of fluidized-beds;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said gasification furnace so as to have different fluidizing velocities in the fluidized-bed;

an intense fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially high fluidizing velocity

in the fluidized-bed in a region near said first partition wall,  
thus generating an upward flow of the fluidized medium;

a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed  
so as to have a substantially low fluidizing velocity in the  
5 fluidized-bed in a region apart from said first partition wall,  
thus generating a descending flow of the fluidized medium, and  
combustible material is supplied to said weak fluidizing region;

said upward flow of the fluidized medium in said intense  
fluidizing region becomes partly a flow directed to said weak  
10 fluidizing region in the vicinity of a surface of the  
fluidized-bed, thus forming a revolving flow in the fluidized-bed  
in the gasification furnace, and partly a branched flow flowing  
in said combustion furnace through said upper opening of said  
first partition wall;

15 said combustion furnace formed by said first partition wall  
has a fluidized-bed portion which is divided by a second partition  
wall into a main combustion chamber and a heat recovery chamber;

said second partition wall has a lower opening through which  
said main combustion chamber and said heat recovery chamber  
20 communicate with each other, an upper end of said second partition  
wall extends to a position near a surface of the fluidized-bed,  
and said main combustion chamber and said heat recovery chamber  
are integrated with each other in a freeboard section;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said  
25 main combustion chamber so as to have different fluidizing  
velocities in a fluidized-bed in said main combustion chamber;

a weak fluidizing region of the fluidized-bed is formed so  
as to have a substantially low fluidizing velocity in the

fluidized-bed in a region near said first partition wall, and an intense fluidizing region is formed so as to have a substantially high fluidizing velocity in the fluidized-bed in a region near said second partition wall;

5 a descending flow of the fluidized medium is generated in said weak fluidizing region, and said descending flow is partly returned to said gasification furnace through said lower opening of said first partition wall, thus forming a circulating flow between said gasification furnace and said main combustion  
10 chamber;

an upward flow of the fluidized medium is generated in said intense fluidizing region, and said upward flow becomes partly a flow directed to said weak fluidizing region at a side of said first partition wall for thereby creating a revolving flow in  
15 the fluidized-bed of said main combustion chamber, and partly a branched flow which enters said heat recovery chamber beyond said second partition wall;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said heat recovery chamber so as to have a substantially low fluidizing  
20 velocity in a fluidized-bed in said heat recovery chamber, thus forming a weak fluidizing region of the fluidized medium; and thus

the fluidized medium which has entered said heat recovery chamber from said main combustion chamber beyond said second  
25 partition wall descends in said heat recovery chamber, and returns to said main combustion chamber through said lower opening of said second partition wall, thus forming a circulating flow; and

a heat transfer surface is disposed in the fluidized-bed in said heat recovery chamber.

4. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 3, wherein oxygen content of the fluidizing gas supplied to said furnace bottom of said gasification furnace is equal to or lower than a theoretical oxygen demand of the supplied combustible material.

10 5. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 3 or 4, wherein the fluidizing gas supplied to said furnace bottom of said gasification furnace comprises any one of air, steam, oxygen and combustion exhaust gas, or a mixture of at least two of them.

15

6. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 3 to 5, wherein said first partition wall forming a boundary between said gasification furnace and said combustion furnace has an inclined surface inclined toward said gasification furnace in said gasification furnace side, and a vertical surface in said combustion furnace side.

25 7. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 3 to 6, wherein in said combustion chamber, said second partition wall forming a boundary between said main combustion chamber and said heat recovery chamber has an inclined surface inclined toward said main combustion chamber

in said main combustion chamber side, and a vertical surface in said heat recovery chamber side.

8. A fluidized-bed gasification and combustion furnace  
5 according to any one of claims 3 to 7, wherein an incombustible material discharging port is provided at a furnace bottom between said gasification furnace and said combustion furnace.

9. A fluidized-bed gasification and combustion furnace  
10 according to any one of claims 3 to 7, wherein in said combustion furnace, an incombustible material discharging port is provided at a furnace bottom between said main combustion chamber and said heat recovery chamber.

15 10. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 3 to 7, wherein an incombustible material discharging port is provided at a furnace bottom between said gasification furnace and said combustion furnace, and in  
20 said combustion furnace, an incombustible discharging port is provided at a furnace bottom between said main combustion chamber and said heat recovery chamber.

11. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 8 or 9 or 10, wherein said furnace bottom is  
25 inclined downwardly toward said incombustible material discharging port.

12. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 3 to 11, wherein in said combustion furnace, secondary air is supplied to a freeboard section of said combustion furnace.

5

13. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 3 to 12, wherein in said combustion furnace, auxiliary fuel is supplied to said weak fluidizing region in said combustion furnace.

10

14. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 3 to 13, wherein gases discharged from said gasification furnace and said combustion furnace are led to a slagging combustion furnace and mixed therein, and  
15 combustible gas and particles containing combustible content contained in said discharged gases are combusted at a high temperature of 1200°C or higher, thereby melting ash content.

15. A fluidized-bed gasification and combustion furnace  
20 according to any one of claims 3 to 14, wherein said gasification furnace and said combustion furnace are operated under a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure.

16. A fluidized-bed gasification and combustion furnace  
25 according to any one of claims 3 to 13, wherein said gasification furnace and said combustion furnace are operated under a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure, and gases

discharged from said gasification furnace and said combustion furnace are dedusted and then introduced into a gas turbine.

17. A fluidized-bed gasification and combustion furnace  
5 according to any one of claims 3 to 13, wherein said gasification furnace and said combustion furnace are operated under a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure, and gases discharged from said gasification furnace and said combustion furnace are cooled and then dedusted, and then introduced into  
10 a gas turbine.

18. A fluidized-bed gasification and combustion system according to any one of claims 15 to 17, wherein said fluidized-bed gasification and combustion furnace is housed in  
15 a pressure vessel in order to be operated at a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure.

19. A fluidized-bed gasification and combustion furnace, characterized in that:

20 a fluidized-bed furnace is divided by a first partition wall into a gasification furnace and a combustion furnace;

said first partition wall has openings so that said gasification furnace and said combustion furnace communicate with each other at lower portions thereof, and upper portions  
25 thereof near surfaces of fluidized-beds;

in said gasification furnace, a diffusion device is provided on a furnace bottom of said gasification furnace so as to have different fluidizing velocities in the fluidized-bed;

an intense fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially high fluidizing velocity in the fluidized-bed in a region near said first partition wall, thus generating an upward flow of the fluidized medium;

5        a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in the fluidized-bed in a region apart from said first partition wall, thus generating a descending flow of the fluidized medium, and combustible material is supplied to said weak fluidizing region;

10        said upward flow of the fluidized medium in said intense fluidizing region becomes partly a flow directed to said weak fluidizing region in the vicinity of a surface of the fluidized-bed, thus forming a revolving flow in the fluidized-bed in the gasification furnace, and partly a branched flow flowing  
15        in said combustion furnace through said upper opening of said first partition wall;

in said combustion furnace, a diffusion device is provided on a furnace bottom of said main combustion chamber so as to have different fluidizing velocities in a fluidized-bed;

20        a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in the fluidized-bed in a region near said first partition wall, thus generating a descending flow of the fluidized medium, and an intense fluidizing region of the fluidized medium is formed so  
25        as to have a substantially high fluidizing velocity in the fluidized-bed in a region apart from said first partition wall, thus generating an upward flow of the fluidized medium, whereby a revolving flow is formed in the fluidized-bed; and thus

the fluidized medium which has entered said gasification furnace from said combustion furnace through said upper opening of said first partition wall descends in the fluidized-bed by said revolving flow in said combustion furnace, and char which is ungasified component is combusted while it is descending, and the fluidized medium heated to a high temperature returns partly to said gasification furnace in the vicinity of the furnace bottom through said lower opening of said first partition wall to serve as a heat source for pyrolysis gasification in said gasification furnace.

20. A fluidized-bed gasification and combustion furnace, characterized in that:

a fluidized-bed furnace is divided by a first concentric partition wall into a cylindrical gasification furnace and an annular combustion furnace formed around said gasification furnace;

said first partition wall has openings so that said gasification furnace and said combustion furnace communicate with each other at upper portions thereof near surfaces of fluidized-beds, and lower portions thereof;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said cylindrical gasification furnace enclosed by said first partition wall so as to have different fluidizing velocities in the fluidized-bed;

a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in a cylindrical area of a fluidized-bed at a central portion of the

furnace, thus generating a descending flow of the fluidized medium;

an intense fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially high fluidizing velocity  
5 in an annular area of the fluidized-bed in a region near said first partition wall, thus generating an upward flow of the fluidized medium;

said upward flow of the fluidized medium partly flows in said combustion furnace through said upper opening of said first  
10 partition wall and partly flows toward said central weak fluidizing region, thus forming a revolving flow in the fluidized-bed of said gasification furnace, and combustible material is supplied to said weak fluidizing region;

said annular combustion furnace outside of said first  
15 partition wall has a fluidized-bed portion which is divided by a second partition wall in a radial direction into a plurality of main combustion chambers and a plurality of heat recovery chambers;

said second partition wall has a lower opening through which  
20 said main combustion chamber and said heat recovery chamber communicate with each other, an upper end of said second partition wall extends to a position near a surface of the fluidized-bed, and said main combustion chamber and said heat recovery chamber are integrated with each other in a freeboard section;

25 in said main combustion chamber, a diffusion device is provided on a furnace bottom so as to have different fluidizing velocities in said fluidized-bed;

a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in the fluidized-bed, near said opening for communicating with said gasification furnace, in a central part of said main combustion chamber, thus generating a descending flow of the fluidized medium, said descending flow partly returns to said gasification furnace through said lower opening of said first partition wall, and partly flows toward an intense fluidizing region formed so as to have a substantially high fluidizing velocity, and then the fluidized medium forms an upward flow in said intense fluidizing region, thus forming a revolving flow in the fluidized-bed in said main combustion chamber, and said upward flow partly forms a branched flow flowing in said heat recovery chamber beyond said second partition wall;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said heat recovery chamber so as to have a substantially low fluidizing velocity in the fluidized-bed, thus forming a weak fluidizing region of the fluidized medium; and

the fluidized medium which has entered said heat recovery chamber from said main combustion chamber beyond said second partition wall descends in said heat recovery chamber, and returns to said main combustion chamber through said lower opening of said second partition wall, thus forming a circulating flow; and

a heat transfer surface is disposed in the fluidized-bed in said heat recovery chamber.

21. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 20, wherein oxygen content of the fluidizing gas supplied to said furnace bottom of said gasification furnace is equal to or lower than a theoretical oxygen demand of the  
5 supplied combustible material.

22. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 20 or 21, wherein the fluidizing gas supplied to said furnace bottom of said gasification furnace comprises  
10 any one of air, steam, oxygen and combustion exhaust gas, or a mixture of at least two of them.

23. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 22, wherein said first  
15 partition wall forming a boundary between said gasification furnace and said combustion furnace has an inclined surface inclined toward said gasification furnace in said gasification furnace side, and a vertical surface in said combustion furnace side.

20

24. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 23, wherein in said combustion furnace, said second partition wall forming a boundary between said main combustion chamber and said heat recovery chamber has  
25 an inclined surface inclined toward said main combustion chamber in said main combustion chamber side, and a vertical surface in said heat recovery chamber side.

25. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 24, wherein an incombustible material discharging port is provided at a furnace bottom between said gasification furnace and said combustion furnace.

5

26. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 24, wherein in said combustion furnace, an incombustible material discharging port is provided at a furnace bottom between said main combustion chamber and said  
10 heat recovery chamber.

27. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 24, wherein an incombustible material discharging port is provided at a furnace bottom between  
15 said gasification furnace and said combustion furnace, and in said combustion chamber, an incombustible discharging port is provided at a furnace bottom between said main combustion chamber and said heat recovery chamber.

20 28. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 25 or 26 or 27, wherein said furnace bottom is inclined downwardly toward said incombustible material discharging port.

25 29. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 28, wherein in said combustion furnace, secondary air is supplied to a freeboard section of said combustion furnace.

30. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 29, wherein in said combustion furnace, auxiliary fuel is supplied to said weak fluidizing  
5 region in said combustion furnace.

31. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 30, wherein gases discharged from said gasification furnace and said combustion furnace are  
10 led to a slagging combustion furnace and mixed therein, and combustible gas and particles containing combustible content contained in said discharged gases are combusted at a high temperature of 1200°C or higher, thereby melting ash content.

15 32. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 31, wherein said gasification furnace and said combustion furnace are operated under a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure.

20 33. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 30, wherein said gasification furnace and said combustion furnace are operated under a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure, and gases discharged from said gasification furnace and said combustion  
25 furnace are dedusted and then introduced into a gas turbine.

34. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to any one of claims 20 to 30, wherein said gasification

furnace and said combustion furnace are operated under a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure, and gases discharged from said gasification furnace and said combustion furnace are cooled and then dedusted, and then introduced into  
5 a gas turbine.

35. A fluidized-bed gasification and combustion system according to any one of claims 32 to 34, wherein said fluidized-bed gasification and combustion furnace is housed in  
10 a pressure vessel in order to be operated at a pressure equal to or higher than an atmospheric pressure.

36. A fluidized-bed gasification and combustion furnace, characterized in that:

15 a fluidized-bed furnace is divided by a first concentric partition wall into a cylindrical gasification furnace and an annular combustion furnace surrounding said gasification furnace;

said first partition wall has openings so that said  
20 gasification furnace and said combustion furnace communicate with each other at upper portions thereof near surfaces of fluidized-beds, and lower portions thereof;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said cylindrical gasification furnace enclosed by said first  
25 partition wall so as to have different fluidizing velocities in the fluidized-bed;

a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in a

cylindrical area of a fluidized-bed at a central portion of the furnace, thus generating a descending flow of the fluidized medium;

an intense fluidizing region of the fluidized medium is  
5 formed so as to have a substantially high fluidizing velocity in an annular area of the fluidized-bed in a region near said first partition wall, thus generating an upward flow of the fluidized medium;

said upward flow of the fluidized medium partly flows in  
10 said combustion furnace through said upper opening of said first partition wall and partly flows toward said central weak fluidizing region, thus forming a revolving flow in the fluidized-bed of said gasification furnace, and combustible material is supplied to said weak fluidizing region;

15 a diffusion device is provided on a surface bottom of said combustion furnace so as to have different fluidizing velocities in said fluidized-bed;

a weak fluidizing region of the fluidized-medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in a region  
20 near said first partition wall, thus generating a descending flow of the fluidized medium;

an intense fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially high fluidizing velocity in a region apart from said first partition wall, thus generating  
25 an upward flow of the fluidized medium; and

the fluidized medium which has entered said combustion furnace from said gasification furnace through said upper opening of said partition wall descends in the fluidized-bed, and char

which is ungasified component is combusted while it is descending, and the fluidized medium heated to a high temperature partly returns to said gasification furnace in the vicinity of the furnace bottom through said lower opening of said first  
5 partition wall to serve as a heat source for pyrolysis gasification in said gasification furnace.

37. A fluidized-bed gasification and combustion furnace, characterized in that:

10 a fluidized-bed furnace is divided by a first concentric partition wall into a cylindrical gasification furnace and an annular combustion furnace surrounding said gasification furnace;

said first partition wall has openings so that said  
15 gasification furnace and said combustion furnace communicate with each other at upper portions thereof near surfaces of fluidized-beds, and lower portions thereof;

a diffusion device is provided on a furnace bottom of said cylindrical gasification furnace enclosed by said first  
20 partition wall so as to have different fluidizing velocities in the fluidized-bed;

a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in a cylindrical area of a fluidized-bed at a central portion of the  
25 furnace, thus generating a descending flow of the fluidized medium;

an intense fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially high fluidizing velocity

in an annular area of the fluidized-bed in a region near said first partition wall, thus generating an upward flow of the fluidized medium;

5 said upward flow of the fluidized medium partly flows in said gasification furnace through said upper opening of said first partition wall and partly flows toward said central weak fluidizing region, thus forming a revolving flow in the fluidized-bed of said gasification furnace, and combustible material is supplied to said weak fluidizing region;

10 in a furnace portion having an annular gasification furnace outside of said first partition wall, a fluidized-bed portion is divided by a second partition wall in a radial direction into a plurality of gasification furnaces and a plurality of heat recovery chamber;

15 in said gasification furnace, a diffusion device is provided on a furnace bottom, and a weak fluidizing region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in a fluidized-bed, thus generating a descending flow of the fluidized medium and causing the fluidized medium to return  
20 to said combustion furnace through said lower opening of said first partition wall; and

the fluidized medium in said combustion furnace partly flows in said heat recovery chamber through said opening of said first partition wall, in said heat recovery chamber, a weak fluidizing  
25 region of the fluidized medium is formed so as to have a substantially low fluidizing velocity in the fluidized-bed by providing a diffusion device on a furnace bottom, thus forming a circulating flow in which the fluidized medium which has entered

said heat recovery chamber from said main combustion chamber descends in said heat recovery chamber, and returns to said main combustion chamber through said lower opening of said first partition wall; and

5        a heat transfer surface is disposed in the fluidized-bed in said heat recovery chamber.

38. A fluidized-bed gasification and combustion furnace, characterized in that:

10        a fluidized-bed furnace is divided by a plurality of partition walls into a gasification chamber, a combustion chamber and a heat recovery chamber;

      a revolving flow of a fluidized medium is formed in at least one of said gasification chamber and said main combustion  
15 chamber;

      a circulating flow of the fluidized medium is formed between said gasification chamber and said combustion chamber; and

      a heat transfer surface is disposed in a fluidized-bed of said heat recovery chamber.

20

39. A fluidized-bed gasification and combustion furnace according to claim 38, wherein a heat transfer surface for collecting heat from combustion gas is disposed in a freeboard section above said gasification chamber, said combustion chamber  
25 and said heat recovery chamber.



PCT

特許協 約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類 F27B 15/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/23431</p> <p>(43) 国際公開日 1999年5月14日 (14.05.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP97/04011</p> <p>(22) 国際出願日 1997年11月4日 (04.11.97)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP] 〒144 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 永東秀一 (NAGATO, Shuichi) [JP/JP] 大下孝裕 (OSHITA, Takahiro) [JP/JP] 三好敏久 (MIYOSHI, Norihisa) [JP/JP] 豊田誠一郎 (TOYODA, Seiichiro) [JP/JP] 細田修吾 (HOSODA, Shugo) [JP/JP] 鹿島信孝 (KASHIMA, Nobutaka) [JP/JP] 成瀬克利 (NARUSE, Katsutoshi) [JP/JP] 〒144 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社 荏原製作所内 Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人 弁理士 渡邊 勇, 外 (WATANABE, Isamu et al.) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西新宿4階 Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 AL, AM, AU, AZ, BB, BG, BR, BY, CA, CN, CZ, EE, GE, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SD, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(54) Title: FLUIDIZED BED GASIFICATION COMBUSTION FURNACE</p> <p>(54) 発明の名称 流動層ガス化燃焼炉</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A fluidized bed gasification combustion furnace in which a gasification furnace and a combustion furnace are integrated with each other, and unburned char generated in the gasification furnace is burnt in the combustion furnace to use the resulting combustion heat for a heat source for gasification. The fluidized bed gasification combustion furnace (1) comprises a gasification furnace (3) and a combustion furnace (4), which are partitioned from each other by a first partition (2). In the gasification furnace (3), a swirl of a fluid medium is formed by diffusers (32, 33) disposed on the furnace bed, and a part of a rising flow enters the combustion furnace (4). The combustion furnace (4) is divided by a second partition (5) into a main combustion chamber (6) and a heat recovery chamber (7). In the main combustion chamber (6), a swirl of the fluid medium is formed by diffusers (34, 35) disposed on the furnace bed, and a part of a rising flow enters the heat recovery chamber (7).</p>		

BEST AVAILABLE COPY

ガス化炉と燃焼炉とが一体化されており、ガス化炉で発生した未燃チャーを燃焼炉で燃焼させ、この燃焼熱をガス化用熱源として利用できる流動層ガス化燃焼炉である。流動層ガス化燃焼炉（１）は、第１仕切壁（２）によって分割されたガス化炉（３）と燃焼炉（４）とを備えている。ガス化炉（３）においては炉床にある散気装置（３２，３３）により流動媒体の旋回流が形成され、上昇流の一部は燃焼炉（４）に流入する。燃焼炉（４）は、第２仕切壁（５）により主燃焼室（６）と熱回収室（７）とに分割されている。主燃焼室（６）においては炉床にある散気装置（３４，３５）により流動媒体の旋回流が形成され、上昇流の一部は熱回収室（７）に流入する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SG シンガポール
AL アルバニア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SI スロヴェニア
AM アルメニア	FR フランス	LR リベリア	SK スロヴァキア
AT オーストリア	GA ガボン	LS レソト	SL シエラ・レオネ
AU オーストラリア	GB 英国	LT リトアニア	SN セネガル
AZ アゼルバイジャン	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SZ スワジランド
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE グルジア	LV ラトヴィア	TD チャード
BB バルバドス	GH ガーナ	MC モナコ	TG トーゴ
BE ベルギー	GM ガンビア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BF ブルキナ・ファソ	GN ギニア	MG マダガスカル	TM トルクメニスタン
BG ブルガリア	GW ギニア・ビサウ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TR トルコ
BJ ベナン	GR ギリシャ	ML モリ	TT トリニダード・トバゴ
BR ブラジル	HR クロアチア	MN モンゴル	UA ウクライナ
BY ベラルーシ	HU ハンガリー	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CA カナダ	ID インドネシア	MW マラウイ	US 米国
CF 中央アフリカ	IE アイルランド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CG コンゴ	IL イスラエル	NE ニジェール	VN ヴェトナム
CH スイス	IN インド	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CI コートジボアール	IS アイスランド	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CM カメルーン	IT イタリア	NZ ニュー・ジージーランド	ZW ジンバブエ
CN 中国	JP 日本	PL ポーランド	
CU キューバ	KE ケニア	PT ポルトガル	
CY キプロス	KG キルギスタン	RO ルーマニア	
CZ チェッコ	KP 北朝鮮	RU ロシア	
DE ドイツ	KR 韓国	SD スーダン	
DK デンマーク	KZ カザフスタン	SE スウェーデン	
EE エストニア	LC セントルシア		

## 明 細 書

## 流動層ガス化燃焼炉

## 技術分野

本発明はガス化流動層炉と燃焼流動層炉とを一体化した流動層ガス化燃焼炉に関する。

## 背景技術

石炭を用いて高効率の発電を行う試みがなされている。

その1つとして、図14に示すいわゆる加圧流動床燃焼炉トッピングサイクルが提案されている。このシステムは流動床ガス化炉501で石炭をまずガス化する。その際ガス化炉501で発生した炭素主体の可燃分、いわゆるチャーを、ガス化炉501とは異なるチャー燃焼炉502で燃焼させる。すなわち、ガス化炉501で生成されたガスとチャーの混合物は、サイクロン505に導入され、ここでガスとチャーに分離され、チャーはチャー燃焼炉502に送られ、ガスは燃焼器503に送られる。一方、チャー燃焼炉502には、ガス化炉501から流動媒体とチャーが導入され、チャー燃焼炉502内でチャーは燃焼し、チャーの燃焼によって加熱された流動媒体は、ガス化炉501に戻される。そして、ガス化炉501で生じた可燃ガスとチャー燃焼炉502から発生する燃焼排ガスとを燃焼器503で混合燃焼させて温度を更に上げてから、ガスタービン504に導入する。また、チャー燃焼炉502で発生した燃焼排ガスと灰は、サイクロン506で分離され、前述したように燃焼排ガスは燃焼器503に導入され、灰はサイクロンの底部より排出される。

前記チャー燃焼炉502におけるチャーの燃焼によって発生した蒸気は、

蒸気タービン508に導入された後、排熱ボイラ509にて加熱され、その後、チャー燃焼炉502に環流する。ガスタービン504から排出された燃焼排ガスは排熱ボイラ509を経て煙突511から排出される。

ガスタービンの効率はガスタービン入口のガス温度が高いほど効率がよくなり、全体システムの効率を上げるためには、ガスタービン入口のガス温度を高温に維持することが非常に重要となる。

一方、石炭は炭種によってガス化特性が大きく異なるが、一般にガス化反応は反応温度が高いほど促進され、ガス化率も高まるので、多様な石炭を燃料として用いるためには、ガス化炉の温度をいかに安定に、かつ高温に維持できるかが極めて重要な最大のポイントである。

ガス化炉の温度維持の方法は大きく分けて2つある。1つはガス化炉に投入された燃料の一部をガス化するだけでなく燃焼させる方法、もう一つはガス化炉で生じたチャーを流動媒体とともにチャー燃焼炉に導入し、チャーを燃焼させて流動媒体を加熱し、加熱された流動媒体をガス化炉に戻す方法である。一般的に、固体の燃焼反応速度とガスの燃焼反応速度はオーダーが異なるほどガスの燃焼の方が速い。従って前者の場合、ガス化炉に供給された酸素の殆どはそこで発生したガス成分と反応してしまい、ガス化の収率を低下させることとなる。後者の場合はガス化炉で発生したガスが温度維持のために消費されないのでガスの収率が高く炭種適応性が広い。

しかしながら、後者の方法は、ガス化炉からチャー燃焼炉へ大量の高熱の熱媒体を循環させる技術が必要とされるが、この技術は未燃分を含む高温粒子のハンドリング技術であり、非常に技術的に難しい問題がある。加圧流動床燃焼炉トッピングサイクルが未だ実用化に至らないのは、この未燃分を含む高温粒子のハンドリング技術が未完成だからというのが実状である。

一方、チャー燃烧炉とガス化炉を隣接させて配して、両者の間での高温粒子の搬送距離を極力短くしようという試みが提案されている。この技術はガス化炉に隣接してチャー燃烧炉を設け、チャー燃烧炉の層内に層内伝熱管を配したものである。

流動層内に置かれた伝熱管と熱媒体との熱伝達率は、図15に示すように、流動化ガスの空塔速度が最低流動化に必要な速度の2倍以上あれば流動の強弱に関わらず、ほぼ一定である。即ち、流動層内に配された伝熱管からは空塔速度に関係なく、常にある一定量の収熱が行われるのである。従って層内での発生熱量が変化するような事態、例えば負荷変化に伴う給炭量変動等が生じた場合でも、伝熱量が一定のため、結果として流動層の温度が変化してしまうことになる。

加圧流動床燃烧炉トッピングサイクルでは、ガス化炉出口のガス温度、及び燃烧炉出口のガス温度を各々所定の高温に保つことが重要であり、チャー燃烧炉とガス化炉を隣接させて配した構造においては、流動媒体がチャー燃烧炉とガス化炉を互いに循環しているため相互に関連しあい、このような層温の変動はシステム全体の安定運用に致命的な影響を与えることになる。

層内伝熱管を有したチャー燃烧炉の層温変動を抑える方法として、燃烧炉に吹き込む流動化ガス中の酸素量を負荷に応じて変化させ、燃烧量を変化させることによって層温を制御する方法もある。

しかしながら、酸素量制御による燃烧量制御は応答性が悪く、安定制御が困難であるため、層温が暴走し、流動媒体や灰が熔融して流動層が維持できなくなり運転不能に陥るおそれがある。

ガス化炉を高温に保つためには、チャー燃烧炉においてチャーを燃烧させることで熱媒体を加熱し、その高温の熱媒体をガス化炉に供給する必要があるため、チャー燃烧炉の層温を高くしなければならない。しか

しながらチャー燃烧炉の層温を高くしすぎると、クリンカが発生してしまうため、層温を限られた所定の範囲内に制御する必要があり、チャー燃烧炉は優れた層温制御機能を有していることが必要である。

チャー燃烧室の温度を制御するのに最も容易な方法は、温度が上昇した際に低温の熱媒体を供給する方法である。例えば層温を950℃から900℃に50℃下げするために必要な流動媒体の量は供給する流動媒体の温度にもよるが、供給する流動媒体の温度が400℃の場合、供給すべき流動媒体の量は流動媒体全量の  $50 / (900 - 400) = 1 / 10$  で済むのである。逆に、層の温度が目標値よりも下がった場合には、自ずとチャーの燃烧熱で層温は上昇し回復するので何もする必要はない。

従って燃烧炉の層温の変動を見ながら、必要に応じて低温の流動媒体をチャー燃烧炉に供給できる方法があればチャー燃烧炉の温度制御は容易に実現できるのである。この場合、供給された流動媒体と同量の流動媒体をチャー燃烧炉から排出することも重要である。

一方、従来、常圧の流動床ボイラにおいては、流動層の中で石炭を燃烧させ、熱せられた流動媒体及び燃烧排ガスから熱を回収する。図16は、従来の常圧の流動床ボイラの一例を示す概略図である。流動床ボイラは、隔壁600によって仕切られた燃烧炉601と熱回収室602とを備えている。熱回収室602には流動媒体からの収熱用の伝熱面603が設けられ、フリーボードには燃烧ガスから収熱する伝熱面604が設けられている。伝熱面603、604による収熱により生成された蒸気は蒸気タービン605を駆動する。

石炭は炭種により性状が大きく異なるため、流動層内での燃烧率も異なり、流動媒体から収熱する熱量と燃烧ガスから収熱する熱量の割合が炭種によってまちまちである。

従って、流動媒体からの収熱用の伝熱面と燃烧ガスからの収熱用の伝

熱面の適正配置が炭種によって異なることとなり、従来は炭種によってボイラの伝熱面配置を変えた設計がなされていた。それゆえボイラの改造なしに炭種を変えることには大きな制約があり、大きく炭種を変更しようとする、ボイラの改造を余儀なくされたのである。なぜならば、収熱量に対して過剰な伝熱面は温度低下を招き、燃焼不良や燃焼ガスの環境特性を悪化させる原因になるし、逆に伝熱面不足は温度の上昇を招き、灰の溶融によるクリンカートラブルや流動媒体の凝集によるアグロメレーションといったトラブルの原因となる。

#### 発明の開示

そこで、本発明は、上記の課題を解消し、別置の燃焼炉を必要とせず、ガス化炉および燃焼炉が一体であることから、必要なスペースが少なく済み、また石炭などのチャー発生量の大きな燃料であっても、チャーの移送量を容易に制御でき、しかも配管内部の閉塞などの問題がなく、簡単な設備でチャーを燃焼し、さらにチャーの燃焼熱をガス化用熱源として利用できるとともに燃焼炉の層温制御を容易かつ正確に行うことができ、しかもクリンカの発生がなく、不定形の可燃性物質を含む燃料であっても使用することができるなど幅広い燃料を利用可能であり、しかも高効率かつ有害排出物の極めて少ない高度環境対応の流動層ガス化燃焼炉を提供することを目的とする。

また本発明は、ボイラの伝熱面配置を変えることなく、即ち、ボイラの改造をすることなく、様々な炭種に対応できる流動床石炭ボイラである流動層ガス化燃焼炉を提供することを目的とする。

上述の目的を達成するため、本発明の第1の態様においては、流動層炉であって、複数の仕切壁によってガス化炉と燃焼炉の主燃焼室と熱回収室とに分割し、前記ガス化炉および主燃焼室の少なくとも一方には流

動媒体の旋回流を形成し、ガス化炉と主燃焼室との間で流動媒体の循環流を形成し、さらに前記熱回収室と主燃焼室との間に流動媒体の循環流を形成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とするものである。

本発明は一つの流動床炉であって、内部には機能的に明確に区分けされたガス化室、チャー燃焼室、熱回収室の3つがそれぞれ隔壁を介して設けられており、更にチャー燃焼室とガス化室、チャー燃焼室と熱回収室はそれぞれ隣接して設けられているのが特徴である。

熱回収室内には層内伝熱管が配され、常に内部の流動媒体を冷却している。熱回収室とチャー燃焼室の間の隔壁は垂直で、上面はほぼ流動層上面近傍までで、炉底近くには開口部が設けられている。隔壁近傍のチャー燃焼室は流動媒体が激しく吹きあがる強流動化域を形成しており、吹きあがった流動媒体の一部は熱回収室に飛び込む。チャー燃焼炉の温度が設定値を越えて上昇した場合には熱回収室の流動媒体の沈降速度を高め、炉底近くの開口部からチャー燃焼室内に流入する冷却された流動媒体の量を増加させることによって速やかにチャー燃焼炉の温度を低下させることができる。

また、熱回収室で流動媒体を冷却するために回収した熱エネルギーは、蒸気として回収し蒸気タービンを駆動して有効に利用することができる。

また本発明の第2の態様においては、流動層炉であって、第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は下部と、上部すなわち流動層表面近傍で相互に連絡するように開口を有し、前記ガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、前記第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、前記第1仕切壁と離れた区域は実質的に小さな流動化速度を与えら

れた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、該弱流動化域には可燃物を投入するように構成し、前記強流動化域における前記上昇流の一部は、流動層表面近傍で前記弱流動化域に向かう流れとなって、ガス化炉の流動層内に旋回流を形成するとともに、一部は反転流となって、前記第1仕切壁上部の連絡口から燃焼炉へ流入し、前記第1仕切壁を介した前記燃焼炉においては、さらに第2仕切壁を設けて流動層部分を主燃焼室と、熱回収室とに分割し、前記第2仕切壁は下部の連絡口で主燃焼室と熱回収室を相互に連絡するとともに、上端部は流動層表面近傍までとして、フリーボード部分においては、主燃焼室と熱回収室とを一体化させ、前記主燃焼室においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、前記第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域とし、また第2仕切壁に近い区域は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域とする結果、弱流動化域には流動媒体の沈降流を生じさせ、該沈降流の一部は、第1仕切壁の下部連絡口からガス化炉へ還流してガス化炉と主燃焼室との間に循環流を生じ、また強流動化域には流動媒体の上昇流を生じさせ、該上昇流の一部は第1仕切壁側の弱流動化域に向かう流れとなって、主燃焼室流動層内にも旋回流を生じるとともに、一部は反転流となって第2仕切壁を越えて熱回収室に入り、前記熱回収室においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成する結果、主燃焼室から第2仕切壁上部を越えて熱回収室に入った流動媒体が熱回収室で沈降し、該第2仕切壁の下部連絡口を通して主燃焼室に還流するような循環流を構成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とするものである。

本発明の第2の態様においては、以下に列挙する作用を奏する。

(1) 流動層炉の内部を第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割するこ

とによって、ガス化機能と燃焼機能が分離され、1つの流動層炉でありながら同時に2つの機能を独立して働かせることが可能となる。

該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、かつガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、第1仕切壁に近い流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、他側の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせる。その結果、流動層内に旋回流を形成するとともに、強流動化域の上昇流のうち一部の流動媒体は反転流として第1仕切壁上部連絡口を通して燃焼炉に流入する。

そこで該弱流動化域に可燃物を投入するように構成すれば、可燃物は沈降流に飲み込まれ、旋回流で均一に分散混合し、十分な滞留時間をとって部分燃焼ガス化作用を受ける。一方ガス化しにくいチャーは反転流によって燃焼炉に導入される。

一方、第1仕切壁の向こう側に形成される燃焼炉においては、さらに流動層内に第2仕切壁を設けて、流動層部分を主燃焼室と熱回収室とに分割し、該第2仕切壁は下部の連絡口で主燃焼室と熱回収室を相互に連絡するとともに、上端部は流動層表面近傍までとし、フリーボード部分においては主燃焼室と熱回収室は一体化している。かつ主燃焼室においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、主燃焼室においてガス化炉との連絡口付近の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせるとともに、第2仕切壁側すなわち熱回収室側の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせる。

その結果、上昇流の一部は弱流動化域へ向かう流れとなって主燃焼室

流動層内に旋回流を生じさせるとともに、一部は第2仕切壁を越えて熱回収室に流入する。そこでガス化炉からの未燃チャーは燃焼炉内の沈降流に飲み込まれ、旋回流で均一に分散混合し十分な滞留時間をとって完全に燃焼する。さらにフリーボードに2次空気を投入することによって、燃焼と脱硫反応を完結させることができる。

一方、発生熱量の一部は高温の流動媒体によって第1仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流し、ガス化用熱源の一部として寄与する。さらに一部の熱量は高温の流動媒体によって第2仕切壁を越えて熱回収室に流入する。

熱回収室においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成し、主燃焼室から第2仕切壁上部を越えて熱回収室に入った高温の流動媒体が熱回収室で沈降し、該第2仕切壁の下部連絡口を通して主燃焼室に還流するような循環流を構成しており、熱回収室流動層内に配置された伝熱面によって収熱される。

また、熱回収室内は弱流動化域であるため、層内伝熱管の摩耗が少なく、流動媒体として珪砂の使用が可能であり、石灰石の使用量は脱硫反応上の必要最少限でよい。また、灰の排出量が少なく環境対策上有利である。また、ガス化炉及び燃焼炉では、通常650～950℃の範囲でガス化または燃焼を行う。

(2) 投入される可燃物中に不燃性の不定形物質が含まれていても、流動層内の旋回流の方向と不燃物排出方向が一致しており、また炉床も不燃物排出口に向かって傾斜しているため、不燃物は容易に排出できる。

(3) 第1仕切壁及び第2仕切壁ともに強流動化域側に倒れるような傾斜面をなすことにより、上昇流を方向転換して旋回流を形成するのに貢献し、また背後の弱流動化域側は垂直面をなすことにより、沈降流が

停滞することなく、スムーズに形成される。

(4) ガス化炉の生成ガス及び燃焼炉からの燃焼排ガスを、それぞれ溶融炉に導入合流し、可燃性ガス、可燃分を含む微粒子を $1200^{\circ}\text{C}$ 以上の高温で燃焼、灰分を溶融させることにより、有害ガス成分の高温分解、廃棄物である灰の溶融減容化および重金属類の溶出防止が可能である。

(5) 本発明の流動層ガス化燃焼炉を耐圧構造とするか、圧力容器に内蔵して、大気圧以上で運転し、かつ取り出された排出ガスをそれぞれ集塵し、その後ガスタービンに導入することによって、ガスタービン入口温度を $1300^{\circ}\text{C}$ 以上で運転することができ、発電効率を大幅に向上させることができる。

ガス化炉に燃料を供給し、部分燃焼ガス化させ、発生する未燃チャーなどのうち生成ガスと同伴するものは、後段に設置したガス冷却装置で $600^{\circ}\text{C}$ 以下に冷却することによって、例えば、ガスタービンブレードの高温腐食の原因となるNa, Kなどのアルカリ金属を固化あるいは粒子表面に固定化し、該粒子を集塵機で捕集したあと燃焼炉に導入して完全燃焼させる。

また、燃焼炉の燃焼排ガスは圧力容器を出たあと、後段に設置したガス冷却装置で $600^{\circ}\text{C}$ 以下に冷却し、この冷却によってNa, Kなどのアルカリ金属を固化あるいは粒子表面に固定化したあと集塵機で捕集し排出する。

高温腐食の原因となるNa, Kを取り除いて清浄になった燃焼排ガスと、前記ガス化炉を出たあと集塵されて清浄になった生成ガスをガスタービンに導入し、 $1300^{\circ}\text{C}$ 以上の高温で燃焼し、ガスタービンを高効率で駆動する。ガスタービンはコンプレッサー及び発電機を駆動する。

一方、燃料として石炭を使用する場合、石灰石を混合あるいは別途供

給して、炉内脱硫反応させることができる。すなわち、ガス化炉にて発生する硫化水素  $H_2S$  を  $CaO$  と脱硫反応させて  $CaS$  とし、生成ガスに同伴させて集塵機で捕集し、主燃焼室に投入するほか、ガス化炉から第1仕切壁上部の連絡口を通る反転流によって、未燃チャーなどと共に  $CaS$  を主燃焼室に導入する。そこで酸化雰囲気中で完全に燃焼し、また  $CaS$  は  $CaSO_4$  となり、燃焼排ガスに同伴して集塵機で捕集、排出する。

本発明の第3の態様においては、流動層炉であって、第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は下部と、上部すなわち流動層表面近傍に開口部を有してガス化炉と燃焼炉を相互に連絡し、前記ガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、前記第1仕切壁に近い側の流動化部分を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、前記第1仕切壁と離れた区域は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、該弱流動化域に可燃物を投入するように構成し、前記強流動化域における上昇流の一部は、流動層表面近傍で前記弱流動化域に向かう流れとなって、ガス化炉流動層内に旋回流を形成するとともに、一部は反転流となって、前記第1仕切壁上部の連絡口から燃焼炉へ流入し、前記燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、前記ガス化炉との第1仕切壁に近い区域を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、前記第1仕切壁と離れた区域は、実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせて、流動層内に旋回流を形成させる結果、前記ガス化炉から仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉に流入した流動媒体は、燃焼炉内の旋回流によって流動層内を下降しつつ、

未ガス化成分であるチャーが燃焼し、高温となった流動媒体の一部は炉底付近で第1仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流することによって、ガス化炉における熱分解ガス化の熱源として作用することを特徴とするものである。

本発明の第3の態様においては、ガス化炉において、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、第1仕切壁に近い流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、他側の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせる。その結果、流動層内に旋回流を形成するとともに、強流動化域の上昇流のうち一部の流動媒体は反転流として第1仕切壁上部連絡口を通して燃焼炉に流入する。

そこで該弱流動化域に可燃物を投入するように構成すれば、可燃物は沈降流に飲み込まれ、旋回流で均一に分散混合し、十分な滞留時間をとって部分燃焼ガス化作用を受ける。一方ガス化しにくいチャーは反転流によって燃焼炉に導入される。

一方、第1仕切壁の向こう側に形成される燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、ガス化炉との第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせるとともに、第1仕切壁側と離れた区域の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせる。その結果、上昇流の一部は弱流動化域へ向かう流れとなって燃焼炉の流動層内に旋回流を生じさせる。ガス化炉から仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉に流入した流動媒体は、燃焼炉内の旋回流によって流動層内を下降しつつ、未ガス化成分であるチャーが燃焼し、高温となった流動媒体の一部は炉

底付近で仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流することによって、ガス化炉における熱分解ガス化の熱源として作用する。

燃料の熱分解ガス化作用を生じさせるためには、熱エネルギーが必要であり、通常、石炭ガス化の場合、石炭を燃焼させて得られる熱エネルギーを利用している。そこでは、ガス化効率の向上をはかりタール発生の抑制のためには高温化が必要なことから、本来出来るだけガスに転化すべき石炭を無駄に燃焼しているのが実状である。

本発明の第3の態様では、上述したように、未ガス化成分であるチャーの燃焼熱を高温流動媒体によってガス化炉に還元するため、その熱量の分だけ石炭の燃焼を節約することが出来る。その結果、空気の投入量を減らすことができ、ガス化効率の向上と、単位体積あたりのガスの発熱量を増加させることが可能となる。

さらに本発明の第4の態様においては、流動層炉であって、同心の第1仕切壁で円筒形状のガス化炉とその周囲に形成される円環状の燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、前記該第1仕切壁に囲まれた円筒形状のガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、前記第1仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、一部は前記第1仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉へ流入し、一部は中央の弱流動化域に向かう流れとして、ガス化炉の流動層内に旋回流を形成するとともに、該弱流動化域に可燃物を投入するように構成し、前記第1仕切壁外側の円環状の燃焼炉においては、半径方向に第2仕切壁を設けて流動層部分を複数の主燃焼室と、熱回収室とにそれぞれ分割し、

前記第2仕切壁は下部の連絡口で主燃焼室と熱回収室を相互に連絡するとともに、上端部は流動層表面近傍までとし、フリーボード部分においては主燃焼室と熱回収室とを一体化させ、前記主燃焼室においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、前記主燃焼室の中央部でかつガス化炉との連絡口付近の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として、流動媒体の沈降流を生じさせ、一部は第1仕切壁の下部連絡口を通してガス化炉へ還流するとともに、一部は第2仕切壁側の実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域に向かう流れとなり、かつ該強流動化域では流動媒体は上昇流となり、その結果、主燃焼室流動層内に旋回流を生じるとともに、上昇流の一部は第2仕切壁上部を越える反転流となって熱回収室に入り、前記熱回収室においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成し、主燃焼室から第2仕切壁上部を越えて熱回収室に入った流動媒体が熱回収室で沈降し、該第2仕切壁の下部連絡口を通過して主燃焼室に還流するような循環流を構成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とするものである。

本発明の第4の態様においては、流動層炉の内部を同心の第1仕切壁で円筒形状のガス化炉とその周囲に形成される円環状の燃焼炉に分割することによって、ガス化機能と燃焼機能が分離され、1つの流動層炉でありながら同時に2つの機能を独立して働かせることが可能となる。

該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、かつ該第1仕切壁に囲まれた円筒形状のガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として、流動媒体の沈降流を生じさせ、また第1

仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせる。その結果、流動層内に旋回流を形成するとともに、一部の流動媒体は反転流として第1仕切壁上部連絡口を通して燃焼炉に流入する。

そこで該弱流動化域に可燃物を投入するように構成すれば、可燃物は沈降流に飲み込まれ、旋回流で均一に分散混合し、十分な滞留時間をとって部分燃焼ガス化作用を受ける。一方ガス化しにくいチャーは反転流によって燃焼炉に導入される。

一方、第1仕切壁外側の円環状の燃焼炉においては、半径方向に第2仕切壁を設けて流動層部分を複数の主燃焼室と、熱回収室とにそれぞれ分割し、該第2仕切壁は下部の連絡口で主燃焼室と熱回収室を相互に連絡するとともに、上端部は流動層表面近傍までとし、フリーボード部分においては主燃焼室と熱回収室は一体化させ、かつ主燃焼室においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、主燃焼室の中央部でかつガス化炉との連絡口付近の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせるとともに、第2仕切壁側すなわち熱回収室側の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、一部は弱流動化域へ向かう流れとなって主燃焼室流動層内に旋回流を生じさせるとともに、一部は第2仕切壁を越えて熱回収室に流入する。その結果、ガス化炉からの未燃チャーは燃焼炉内の沈降流に飲み込まれ、旋回流で均一に分散混合し、十分な滞留時間をとって完全に燃焼する。さらにフリーボードに2次空気を投入することによって、燃焼と脱硫反応を完結させることができる。

一方、発生熱量の一部は高温の流動媒体によって第1仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流し、ガス化用熱源の一部として寄与する。さら

に一部の熱量は高温の流動媒体によって第2仕切壁を越えて熱回収室に持ち込まれる。

熱回収室においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成し、主燃焼室から第2仕切壁上部を越えて熱回収室に入った高温の流動媒体が熱回収室で沈降し、該第2仕切壁の下部連絡口を通して主燃焼室に還流するような循環流を構成しており、熱回収室流動層内に配置された伝熱面によって収熱される。

また、熱回収室内は弱流動化域であるため、層内伝熱管の摩耗が少なく、流動媒体として珪砂の使用が可能であり、石灰石の使用量は脱硫反応上の必要最少限でよい。また、灰の排出量が少なく環境対策上有利である。また、ガス化炉及び燃焼炉では、650～950℃の範囲でガス化又は燃焼を行う。

本発明の第4の態様においても、第2の態様における(2)～(5)に列挙する作用を奏するものである。

本発明の第5の態様においては、流動層炉であって、同心の第1仕切壁で円筒形状のガス化炉とその周囲に形成される円環状の燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、前記該第1仕切壁に囲まれた円筒形状のガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、前記第1仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、一部は前記第1仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉へ流入し、一部は中央の弱流動化域に向かう流れとして、ガス化炉の流動層内に旋回流を形成する

とともに、該弱流動化域に可燃物を投入するように構成し、前記燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、前記ガス化炉との第1仕切壁に近い区域を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、また第1仕切壁と離れた区域は、実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、ガス化炉から仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉に流入した流動媒体は流動層内を下降しつつ、未ガス化成分であるチャーが燃焼し、高温となった流動媒体の一部は炉底付近で第1仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流することによって、ガス化炉における熱分解ガス化の熱源として作用することを特徴とするものである。

本発明の第5の態様においては、第1仕切壁に囲まれた円筒形状のガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として、流動媒体の沈降流を生じさせ、また第1仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせる。その結果、流動層内に旋回流を形成するとともに、一部の流動媒体は反転流として第1仕切壁上部連絡口を通して燃焼炉に流入する。

そこで該弱流動化域に可燃物を投入するように構成すれば、可燃物は沈降流に飲み込まれ、旋回流で均一に分散混合し、十分な滞留時間をとって部分燃焼ガス化作用を受ける。一方ガス化しにくいチャーは反転流によって燃焼炉に導入される。

一方、第1仕切壁外側の円環状の燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、ガス化炉との第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられ

た弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせるとともに、第1仕切壁側と離れた区域の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせる。ガス化炉から仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉に流入した流動媒体は、流動層内を下降しつつ、未ガス化成分であるチャーが燃焼し、高温となった流動媒体の一部は炉底付近で仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流することによって、ガス化炉における熱分解ガス化の熱源として作用する。

燃料の熱分解ガス化作用を生じさせるためには、熱エネルギーが必要であり、通常、石炭ガス化の場合、石炭を燃焼させて得られる熱エネルギーを利用している。そこでは、ガス化効率の向上をはかりタール発生の抑制のためには高温化が必要なことから、本来出来るだけガスに転化すべき石炭を無駄に燃焼しているのが実状である。

本発明の第5の態様では、上述したように、未ガス化成分であるチャーの燃焼熱を高温流動媒体によってガス化炉に還元するため、その熱量の分だけ石炭の燃焼を節約することが出来る。その結果、空気の投入量を減らすことができ、ガス化効率の向上と、単位体積あたりのガスの発熱量を増加させることが可能となる。

#### 図面の簡単な説明

図1は本発明に係る流動層ガス化燃焼炉の一実施例を示す縦断面図であり、図2は本発明に係る流動層ガス化燃焼炉の他の実施例を示す縦断面図であり、図3は本発明に係る流動層ガス化燃焼炉の別の形態を示す平面図であり、図4は廃熱ボイラ及び蒸気タービンと組み合わせて使用される本発明に係る流動層ガス化燃焼炉を示す系統図であり、図5は本発明に係る流動層ガス化燃焼炉を大気圧以上の圧力条件で運転する場合のシステムを示す系統図であり、図6は本発明に係る円筒形の流動層ガ

ス化燃焼炉の一実施例を示す縦断面図であり、図7は図6における流動層部分の水平断面を示す図であり、図8は廃熱ボイラ及び蒸気タービンと組み合わせて使用される本発明に係る円筒形の流動層ガス化燃焼炉を示す模式図であり、図9は本発明に係る円筒形の流動層ガス化燃焼炉を大気圧以上の圧力条件で運転する場合のシステムを示す模式図であり、図10は本発明の第1仕切壁及び第2仕切壁の詳細構造を示す断面図であり、図11は円筒形の流動層ガス化燃焼炉の縦断面図であり、図12は流動層部分の水平断面を示す図であり、図13は本発明の流動層ガス化燃焼炉の一種である常圧の流動床石炭ボイラの実施例を示す縦断面図であり、図14は従来の加圧燃焼炉トッピングサイクルを示す模式図であり、図15は伝熱管の熱伝達率と流動化質量速度との関係を示す図であり、図16は従来の流動床石炭ボイラの概略図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

図1は本発明に係る流動層ガス化燃焼炉の縦断面図である。本実施例の流動層炉1は、水平断面が概略矩形をなしている。図1に示すように、流動層炉1の内部は第1仕切壁2によってガス化炉3と燃焼炉4に分割されている。第1仕切壁2には上部連絡口37、下部連絡口38が設けてあり、ガス化炉3と燃焼炉4とが相互に連絡されている。ガス化炉3にはガス排出口49が設けられ、このガス排出口49から生成ガス50が外部に導出される。

一方、燃焼炉4はさらに第2仕切壁5によって、主燃焼室6と熱回収室7とに分割されている。ただし、上方では分割されず、フリーボード部分は主燃焼室と熱回収室とは一体化しており、それぞれの燃焼排ガスはフリーボード部分で混合されたのち、ガス排出口51から燃焼排ガス52となって外部に導出される。熱回収室7には伝熱面46が埋設され

ており、流動媒体から熱回収することができる。また第2仕切壁5には、下部連絡口40が設けてあり、上部開口部39と合わせ主燃焼室6と熱回収室7相互の流動媒体の移動が可能になっている。

ガス化炉3の下部には炉床27、28が構成されており、炉床27、28の下部には風箱8、9が設けられている。風箱8、9にはそれぞれ接続口13、14を通して、流動化ガス18、19が導入される。一方、炉床27、28にはそれぞれ散気装置32、33が設けられている。散気装置32からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床27の上方に弱流動化域41を形成する。散気装置33からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床28の上方に強流動化域42を形成する。

ガス化炉3の流動層内に2つの異なる流動化域が存在する結果、流動媒体が弱流動化域41で沈降し、強流動化域42で上昇する旋回流が生じる。

一方、燃焼炉4においても、主燃焼室6の下部には炉床29、30が構成されており、炉床29、30の下部には風箱10、11が設けられている。風箱10、11にはそれぞれ接続口15、16を通して流動化ガス20、21が導入される。一方、炉床29、30にはそれぞれ散気装置34、35が設けられている。散気装置34からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床29の上方に弱流動化域43を形成する。散気装置35からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床30の上方に強流動化域44を形成する。

主燃焼室6の流動層内に2つの異なる流動化域が存在する結果、流動媒体が弱流動化域43で沈降し、強流動化域44で上昇する旋回流が生じる。

一方、熱回収室 7 においても、下部には炉床 3 1 が構成されており、炉床 3 1 の下部には風箱 1 2 が設けられている。風箱 1 2 には接続口 1 7 を通して流動化ガス 2 2 が導入される。また炉床 3 1 には散気装置 3 6 が設けられている。散気装置 3 6 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 3 1 の上方に弱流動化域 4 5 を形成する。

上述のように、流動化速度の異なる複数の流動化域を組み合わせることによって、以下のような流れが生じる。

すなわち、ガス化炉 3 の流動層内においては、弱流動化域 4 1 で流動媒体は沈降流 5 5 にのって下降する。そして炉床 2 7 近くで、強流動化域 4 2 に向かう水平流 5 6 に転じ、強流動化域 4 2 ではさらに上昇流 5 7 となる。一方、上昇流 5 7 は流動層表面近傍で、弱流動化域 4 1 へ向かう流れ 5 8 と第 1 仕切壁 2 の連絡口 3 7 を通って燃焼炉 4 へ向かう反転流 5 9 とに分岐する。

従って、ガス化炉 3 の流動層内部では弱流動化域 4 1 で沈降し、強流動化域 4 2 で上昇する旋回流が形成される一方で、一部の流動媒体は第 1 仕切壁上部の連絡口 3 7 を通って主燃焼室 6 に導入される。

一方、主燃焼室 6 においても、炉床 2 9 の上方には弱流動化域 4 3 が形成され、また炉床 3 0 の上方には強流動化域 4 4 が形成されているため、主燃焼室 6 の流動層内においても、弱流動化域 4 3 で流動媒体は沈降流 6 0 にのって下降する。そして炉床 2 9 の近くで、一部は第 1 仕切壁 2 の下部連絡口 3 8 を通る還流 6 7 となってガス化炉 3 に戻るほか、強流動化域 4 4 に向かう水平流 6 1 となり、強流動化域 4 4 ではさらに上昇流 6 2 となる。一方、上昇流 6 2 は流動層表面近傍で、弱流動化域 4 3 へ向かう流れ 6 3 と第 2 仕切壁 5 の上部開口部 3 9 を通って、熱回収室 7 へ向かう反転流 6 4 とに分岐する。

従って、燃焼炉 4 の流動層内部では弱流動化域 4 3 で沈降し、強流動化域 4 4 で上昇する旋回流が形成される一方で、一部の流動媒体は第 2 仕切壁 5 の上部を越えて熱回収室 7 に導入される。

一方、熱回収室 7 においては、弱流動化域 4 5 が形成されているので、沈降流 6 5 が生じ、さらに流動媒体は第 2 仕切壁 5 の下部連絡口 4 0 を通る還流 6 6 によって主燃焼室 6 へ戻る。このようにガス化炉 3、燃焼炉 4 の主燃焼室 6、燃焼炉 4 の熱回収室 7 の流動層においては、それぞれ内部の旋回流と相互の循環流とが形成されている。

従って、ガス化炉 3 の弱流動化域 4 1 の上方に可燃物投入口 4 7 を設け、可燃物 4 8 を投入すると、沈降流 5 5 によってガス化炉 3 の流動層内部に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、部分燃焼、ガス化が行われる。ガス化炉 3 の炉床部分に供給する流動化ガスの酸素含有量は、投入される可燃物 4 8 に対する理論燃焼に必要な酸素量以下に設定されている。この流動化ガスは、空気、水蒸気、酸素、または燃焼排ガスのいずれかであるか、あるいはそれらのうち 2 つ以上を組み合わせたものからなっている。

一方、未燃チャーを含む流動媒体は反転流 5 9 によって主燃焼室 6 に導入され、そこで沈降流 6 0 によって流動層内に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、酸化雰囲気ですべてに燃焼される。図 1 に示されるように、必要に応じて弱流動化域 4 3 の上方に燃料投入口 6 8 を設け、補助燃料 6 9 を供給することも可能である。

また、フリーボードに複数のノズル 5 3 を設け、2 次空気 5 4 を導入して完全に燃焼させることも必要に応じて行うことができる。

燃焼炉 4 の主燃焼室 6 内における燃焼により発生した熱量は、一部が第 1 仕切壁 2 の下部連絡口 3 8 を通る還流 6 7 によってガス化炉 3 に導入されてガス化熱源となるほか、第 2 仕切壁上部 3 9 を越える反転流 6

4として熱回収室7に入り、沈降流65となったのち、第2仕切壁下部連絡口40から主燃焼室6に戻る流動媒体循環流によって、熱回収室7に運ばれ、伝熱面46を通じて外部に取り出される。

このように投入された可燃物のエネルギーについて、一部はガスとなって化学エネルギーとして取り出され、ガス化しにくい成分は熱エネルギーとして有効に高効率で回収することが可能である。

また、投入される可燃物の中に不燃分が混入していることも多い。そのため、本実施例においては、ガス化炉3の炉床28と燃焼炉4の炉床29との間に不燃物排出口23が設けられており、この排出口23から不燃物25を排出するようにしている。さらに、補助燃料69に不燃物が混入している場合には、本実施例のように主燃焼室6の炉床30と熱回収室7の炉床31の間に不燃物排出口24を設け、この排出口24から不燃物26を排出してもよい。また、不燃物排出を容易にするため、それぞれの炉床が不燃物出口に向かって下降傾斜面をなしていることが好ましい。ガス化炉3と燃焼炉4との境界をなす第1仕切壁2は、ガス化炉側においてはガス化炉側に倒れるような傾斜面2aをなし、一方燃焼炉側は垂直面になっている。燃焼炉4において、主燃焼室6と熱回収室7との境界をなす第2仕切壁5は、主燃焼室側においては主燃焼室側に倒れるような傾斜面5aをなし、一方、熱回収室側は垂直面になっている。なお、前記傾斜面2a、5aは垂直面になってもよい。

図2は本発明に係る流動層ガス化燃焼炉の別の縦断面図である。図2に示すように、流動層炉1の内部は第1仕切壁2によってガス化炉3と燃焼炉4に分割されている。第1仕切壁2には上部連絡口37、下部連絡口38が設けてあり、ガス化炉3と燃焼炉4とが相互に連絡されている。ガス化炉3と燃焼炉4との境界をなす第1仕切壁2は、第1実施例と同様に傾斜面を有してもよいし垂直面になってもよい。第2仕切

壁 5 も同様である。ガス化炉 3 にはガス排出口 4 9 が設けられ、このガス排出口 4 9 から生成ガス 5 0 が外部に導出される。

一方、燃焼炉 4 はさらに第 2 仕切壁 5 によって、主燃焼室 6 と熱回収室 7 とに分割されている。ただし、上方では分割されず、フリーボード部分は主燃焼室と熱回収室とは一体化しており、それぞれの燃焼排ガスはフリーボード部分で混合されたのち、ガス排出口 5 1 から燃焼排ガス 5 2 となって外部に導出される。熱回収室 7 には伝熱面 4 6 が埋設されており、流動媒体から熱回収することができる。また第 2 仕切壁 5 には、下部連絡口 4 0 が設けてあり、上部開口部 3 9 と合わせ主燃焼室 6 と熱回収室 7 相互の流動媒体の移動が可能になっている。

ガス化炉 3 の下部には炉床 2 7, 2 8 が構成されており、炉床 2 7, 2 8 の下部には風箱 8, 9 が設けられている。風箱 8, 9 にはそれぞれ接続口 1 3, 1 4 を通して、流動化ガス 1 8 a, 1 9 a が導入される。一方、炉床 2 7, 2 8 にはそれぞれ散気装置 3 2, 3 3 が設けられている。散気装置 3 2 からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 2 7 の上方に強流動化域 4 1 a を形成する。散気装置 3 3 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床 2 8 の上方に弱流動化域 4 2 a を形成する。

ガス化炉 3 の流動層内に 2 つの異なる流動化域が存在する結果、流動媒体が強流動化域 4 1 a で上昇し、弱流動化域 4 2 a で下降する旋回流が生じる。

一方、燃焼炉 4 においても、主燃焼室 6 の下部には炉床 2 9, 3 0, 1 3 0 a が構成されており、炉床 2 9, 3 0, 1 3 0 a の下部には風箱 1 0, 1 1, 1 1 1 a が設けられている。風箱 1 0, 1 1, 1 1 1 a にはそれぞれ接続口 1 5, 1 6, 1 1 6 a を通して流動化ガス 2 0 a, 2 7 a, 2 1 a が導入される。一方、炉床 2 9, 3 0, 1 3 0 a にはそれ

それ散気装置 3 4, 3 5, 1 3 5 a が設けられている。散気装置 3 4, 3 5 からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 2 9, 3 0 の上方に強流動化域 1 6 2 a, 6 2 a を形成する。散気装置 1 3 5 a からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床 1 3 0 a の上方に弱流動化域 4 3 a を形成する。

主燃焼室 6 の流動層内に 2 つの異なる流動化域が存在する結果、流動媒体が弱流動化域 4 4 a で沈降し、強流動化域 4 3 a, 4 3 a で上昇する旋回流が生じる。

一方、熱回収室 7 においても、下部には炉床 3 1 が構成されており、炉床 3 1 の下部には風箱 1 2 が設けられている。風箱 1 2 には接続口 1 7 を通して流動化ガス 2 2 が導入される。また炉床 3 1 には散気装置 3 6 が設けられている。散気装置 3 6 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 3 1 の上方に弱流動化域 4 5 を形成する。

上述のように、流動化速度の異なる複数の流動化域を組み合わせることによって、以下のような流れが生じる。

すなわち、ガス化炉 3 の流動層内においては、弱流動化域 4 2 a で流動媒体は沈降流 5 7 a にのって下降する。そして炉床 2 8 近くで、強流動化域 4 1 a に向かう水平流 5 6 a に転じ、強流動化域 4 1 a ではさらに上昇流 5 5 a となる。一方、下降流 5 7 a は炉床 2 8 近傍で、強流動化域 4 1 a へ向かう流れ 5 6 a と第 1 仕切壁 2 の連絡口 3 8 を通って燃焼炉 4 へ向かう反転流 6 0 a とに分岐する。

従って、ガス化炉 3 の流動層内部では弱流動化域 4 2 a で沈降し、強流動化域 4 1 a で上昇する旋回流が形成される一方で、一部の流動媒体は第 1 仕切壁下部の連絡口 3 8 を通って主燃焼室 6 に導入される。

一方、主燃焼室 6 においても、炉床 29, 30 の上方には強流動化域 43 a が形成され、また炉床 130 a の上方には弱流動化域 44 a が形成されているため、主燃焼室 6 の流動層内においても、弱流動化域 44 a で流動媒体は沈降流 70 a にのって下降する。そして流動層表面近傍で、一部は第 1 仕切壁 2 の上部連絡口 37 を通る反転流 59 a となってガス化炉 3 に戻るほか、弱流動化域 44 a に向かう水平流 171 a となり、弱流動化域 44 a ではさらに下降流 70 a となる。一方、上昇流 62 a は流動層表面近傍で、弱流動化域 44 a へ向かう流れ 71 a と第 2 仕切壁 5 の上部開口部 39 を通って、熱回収室 7 へ向かう反転流 64 とに分岐する。

従って、燃焼炉 4 の主燃焼室 6 の流動層内部では弱流動化域 44 a で沈降し、強流動化域 43 a で上昇する旋回流が形成される一方で、一部の流動媒体は第 2 仕切壁 5 の上部を越えて熱回収室 7 に導入され、さらに一部の流動媒体は第 1 仕切壁 2 の上部連絡口 37 を通ってガス化室 3 に導入される。

一方、熱回収室 7 においては、弱流動化域 45 が形成されているので、沈降流 65 が生じ、さらに流動媒体は第 2 仕切壁 5 の下部連絡口 40 を通る還流 66 によって主燃焼室 6 へ戻る。このようにガス化炉 3、燃焼炉 4 の主燃焼室 6 の流動層においては、それぞれ内部の旋回流と相互の循環流とが形成されており、燃焼炉 4 の熱回収室 7 においては、内部の沈降流と、主燃焼室 6 との間の循環流が形成されている。

従って、ガス化炉 3 の弱流動化域 42 a の上方に可燃物投入口 47 を設け、可燃物 48 を投入すると、沈降流 57 a によってガス化炉 3 の流動層内部に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、部分燃焼、ガス化が行われる。ガス化炉 3 の炉床部分に供給する流動化ガスの酸素含有量は、投入される可燃物 48 に対する理論燃焼に必要な酸素量以下

に設定されている。この流動化ガスは、空気、水蒸気、酸素、または燃焼排ガスのいずれかであるか、あるいはそれらのうち2つ以上を組み合わせたものからなっている。

一方、未燃チャーを含む流動媒体は反転流60aによって主燃焼室6に導入され、旋回流によって均一に分散混合し、酸化雰囲気ですべてに燃焼される。図2に示されるように、必要に応じて主燃焼室6の上方に燃料投入口68を設け、補助燃料69を供給することも可能である。

また、フリーボードに複数のノズル53を設け、2次空気54を導入して完全に燃焼させることも必要に応じて行うことができる。

燃焼炉4の主燃焼室6内における燃焼により発生した熱量は、一部が第1仕切壁2の上部連絡口37を通る反転流59aによってガス化炉3に導入されてガス化熱源となるほか、第2仕切壁上部39を越える反転流64として熱回収室7に入り、沈降流65となったのち、第2仕切壁下部連絡口40から主燃焼室6に戻る流動媒体循環流によって、熱回収室7に運ばれ、伝熱面46を通じて外部に取り出される。

このように投入された可燃物のエネルギーについて、一部はガスとなって化学エネルギーとして取り出され、ガス化しにくい成分は熱エネルギーとして有効に高効率で回収することが可能である。

また、投入される可燃物の中に不燃分が混入していることも多い。そのため、本実施例においては、ガス化炉3の炉床28と燃焼炉4の炉床29との間に不燃物排出口23が設けられており、この排出口23から不燃物25を排出するようにしている。さらに、補助燃料69に不燃物が混入している場合には、本実施例のように主燃焼室6の炉床30と熱回収室7の炉床31の間に不燃物排出口24を設け、この排出口24から不燃物26を排出してもよい。また、不燃物排出を容易にするため、それぞれの炉床が不燃物出口に向かって下降傾斜面をなしていることが

好ましい。

図3は図1および図2に示す流動層ガス化燃焼炉の別の形態の実施例を示す。図1および図2に示す実施例においては、それぞれ水平断面が矩形状のガス化炉3、主燃焼室6、熱回収室7が一直線上に並んで配置されているが、図3に示す実施例では、直角に組み合わせた例を示す。図3は本発明の流動層燃焼ガス化炉の水平断面図を示しており、流動層炉1の内部を第1仕切壁2で、ガス化炉3と燃焼炉4に分割している。

一方、燃焼炉4は、さらに第2仕切壁5によって主燃焼室6と熱回収室7に分割されているが、図1の実施例の場合とは異なり、第1仕切壁2と第2仕切壁5は同一平面上にあり、ガス化炉3と熱回収室7は第3仕切壁70を隔てて隣り合っている。ただし、第3仕切壁70には開口部はなく、完全に分離されている。

また、流動層に関しては、図1の実施例と同じように、流動化速度の異なる領域を形成することにより、ガス化炉3の流動層においては弱流動化域41で沈降し、強流動化域42で上昇する循環流が構成され、一部は反転流となって主燃焼室6に移行する。

一方、主燃焼室6においても同様に弱流動化域43で沈降し、強流動化域44で上昇する循環流が構成され、一部は反転流64となって熱回収室7に移行するが、図1の実施例の場合とは異なり、主燃焼室6における循環流の旋回面は、ガス化炉3における循環流の旋回面とは直角になっている。また主燃焼室6と熱回収室7の間の循環流の旋回面も、主燃焼室6内における循環流の旋回面とは直角になっている。このように構成することにより、流動層炉1の水平断面形状がより正方形に近くなり、製作上、プラント構成上の利点がある。

図4は廃熱ボイラおよび蒸気タービンと組み合わせて使用される本発明の流動層ガス化燃焼炉の実施例である。図4に示すように、ガス化炉

3のガス排出口49から排出された生成ガスと、燃焼炉4のガス排出口51から排出された燃焼排ガスは、それぞれ溶融燃焼炉101に導かれ、円筒形の1次燃焼室102にタンジェンシャル（接線方向）に吹き込まれる。1次燃焼室102及び2次燃焼室103には、必要に応じて補助燃料104が供給され、酸素または空気、あるいはそれらの混合気体が吹き込まれ、1200～1500℃以上で燃焼する。その結果、灰が溶融し、またダイオキシン、PCBなどの有害物質が高温で分解される。溶融灰106は排出口105を出た後、水室107で急冷され、スラグ108となって排出される。

一方、溶融燃焼炉101から排出される高温の燃焼ガスは、廃熱ボイラ109、エコノマイザー110、空気予熱器111で順次冷却され、集塵機112、誘引送風機113を経て大気に放出される。空気予熱器111を出た燃焼ガスには、必要に応じて、集塵機112の手前で消石灰などの中和剤114が添加される。

一方、ボイラ給水116はエコノマイザー110を經由して廃熱ボイラ109にて過熱蒸気121となり、蒸気タービンを駆動する。また燃焼用気体115は酸素、空気、あるいはそれらの混合気体として、空気予熱器111で加熱され、溶融燃焼炉101、及び燃焼炉4のフリーボードに供給される。また、本図には図示していないが流動化ガス18～22とすることも可能である。また、層内伝熱管46で得られた蒸気は中圧又は低圧タービンを駆動する。

さらに特に図示はしないが、廃熱ボイラ109、エコノマイザー110、空気予熱器111から排出される灰117、118は燃焼炉4に戻すことも可能である。

一方、集塵機112で捕集された飛灰119は、揮散したNa、K等のアルカリ金属塩を含む場合には処理機120にて薬品処理される。

図5は、本発明の流動層ガス化燃焼炉を大気圧以上の圧力条件で運転する場合の実施例を示す図である。

図5では図示しないが、流動層炉1そのものを耐圧構造としてもよい。しかし、耐熱機能と耐圧機能を分離したほうが、構造上、有利であるため、本実施例においては、流動層炉1を圧力容器201の内部に格納し、ガス化炉3及び燃焼炉4を大気圧以上で運転することを可能にしている。

燃焼炉4からの燃焼ガス排出口51、ガス化炉3からの生成ガス排出口49、ガス化炉3への可燃物供給口47、燃焼炉4の2次空気供給口53、およびその他の流動化ガス供給ライン、不燃物排出ラインなどは圧力容器201を貫通している。

本実施例においては、ガス化炉3に可燃物48を供給し、部分燃焼ガス化させる。可燃物供給方法は本図に記載のスクリュースによる方法の他、空気輸送や、スラリー状態での供給も可能である。

ガス化炉3で発生する未燃チャー等のうち生成ガスと同伴したものは、後段に設置したガス冷却装置202で600℃以下に冷却し、例えばガスタービンブレードの高温腐食の原因となるNa, Kなどのアルカリ金属を固化あるいは粒子表面に固定化し、該粒子を集塵機203で捕集したあと燃焼炉4に導入して完全燃焼させる。燃焼炉4の燃焼排ガスは圧力容器201を出たあと、後段に設置したガス冷却装置204で600℃以下に冷却し、この冷却によってNa, Kなどのアルカリ金属を固化あるいは粒子表面に固定化し、該粒子を集塵機205で捕集し排出する。集塵機203, 205にはセラミックフィルタを用いることが多いが、他の形式の集塵機でもよい。

高温腐食の原因となるNa, Kを取り除いて清浄になった燃焼ガスと、前記ガス化炉3を出たあと集塵機203で集塵されて清浄になった生成ガスを燃焼器206で混合燃焼させるが、それぞれのガスを冷却した分、

燃焼器 206 へ持ちこまれる熱エネルギーが低下するので、燃焼器 206 にて高温燃焼させるためには、燃焼炉 4 での空気過剰率をなるべく少なくして運転し、燃焼排ガス量を低減する。そして、燃焼器 206 で燃焼に必要な酸素は、別途、酸素 207 として燃焼器 206 に供給する。

燃焼器 206 からの高温高圧燃焼排ガスは、ガスタービン 209 を高効率で駆動する。ガスタービン 209 はコンプレッサ 210、発電機 211 を駆動する。

ガスタービン 209 を出た排ガスは熱回収装置 212 で冷却されたのち、大気放出される。なお、本実施例においては、タービンブレードの材質が向上すれば、ガス冷却装置 202, 204 は省略してもよい。

一方、可燃物 48 として石炭を使用する場合、石灰石 214 を混合あるいは別途供給して炉内脱硫反応させる。すなわち、ガス化炉 3 にて発生する硫化水素  $H_2S$  を  $CaO$  と脱硫反応させて  $CaS$  とし、生成ガスに同伴させて集塵機 203 で捕集し、主燃焼室 6 に投入する。

また、ガス化炉 3 から第 1 仕切壁上部の連絡口を通る反転流によって、未燃チャーなどと共に  $CaS$  を含む流動媒体が主燃焼室 6 に導入される。そこで沈降流によって流動層内に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、酸化雰囲気ですべて完全に燃焼され、また  $CaS$  は  $CaSO_4$  となり、燃焼排ガスに同伴して集塵機 205 で捕集、排出される。さらにガス化炉 3 における炉内脱硫反応が不十分な場合、ガス化炉を出た後、追加の脱硫反応装置 213 を設けることもよい。

図 6 は本発明に係る円筒形の流動層ガス化燃焼炉の部分断面図である。図 7 は流動層部分の水平断面を示す。また、図 6 において流動層部分の垂直断面は図 7 の a-a 矢視に相当する。ここでは、図 6, 図 7 を用いて説明する。

図 6 及び図 7 に示す実施例において、図 1 に示す実施例における要素

(又は部材)と同一又は類似した機能を有する要素(又は部材)は同一符号を用いて説明する。

円筒形流動層炉 1 の内部は外壁と同心の第 1 仕切壁 2 によってガス化炉 3 と円環状の燃焼炉 4 に分割されている。該第 1 仕切壁 2 には複数の矩形状の上部連絡口 3 7、複数の矩形状の下部連絡口 3 8 が設けてあり、ガス化炉 3 と燃焼炉 4 とが相互に連絡されている。ガス化炉 3 と燃焼炉 4 との境界をなす第 1 仕切壁 2 は、本図では省略し、図 10 に示すように、ガス化炉側においてはガス化炉側に倒れるような傾斜面をなし、一方燃焼炉側は垂直面になっている。ガス化炉 3 にはガス排出口 4 9 が設けられ、このガス排出口 4 9 から生成ガス 5 0 が外部に導出される。

一方、燃焼炉 4 はさらに半径方向に延びる複数の第 2 仕切壁 5 によって、複数の主燃焼室 6 と複数の熱回収室 7 とに分割されている。ただし、上方では分割されず、フリーボード部分は主燃焼室と熱回収室とは一体化しており、それぞれの燃焼排ガスはフリーボード部分で混合されたのち、ガス排出口 5 1 から燃焼排ガス 5 2 となって外部に導出される。各熱回収室 7 には伝熱面 4 6 が埋設されており、流動媒体から熱回収することができる。また各第 2 仕切壁 5 には、下部連絡口 4 0 が設けてあり、上部開口部 3 9 と合わせ主燃焼室 6 と熱回収室 7 相互の流動媒体の移動が可能になっている。

ガス化炉 3 の下部には、中央に炉床 2 7 が構成され、この炉床 2 7 を取り巻くように円環状の炉床 2 8 が構成されている。炉床 2 7, 2 8 の下部には風箱 8, 9 が設けられており、風箱 8, 9 にはそれぞれ接続口 1 3, 1 4 を通して、流動化ガス 1 8, 1 9 が導入される。

一方、炉床 2 7, 2 8 にはそれぞれ散気装置 3 2, 3 3 が設けられている。散気装置 3 2 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 2 7 の上方に弱流動化域 4 1 を形

成する。散気装置 33 からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床 28 の上方に強流動化域 42 を形成する。

ガス化炉 3 の流動層内に 2 つの異なる流動化域が存在する結果、周囲の円環状範囲の強流動化域 42 で上昇し、中央に向かって流れ込み、中央部の円筒状範囲の弱流動化域 41 で沈降する旋回流が生じる。

一方、燃焼炉 4 においても、主燃焼室 6 の下部には炉床 29, 30 が構成されており、炉床 29, 30 の下部には風箱 10, 11 が設けられている。風箱 10, 11 にはそれぞれ接続口 15, 16 を通して流動化ガス 20, 21 が導入される。一方、炉床 29, 30 にはそれぞれ散気装置 34, 35 が設けられている。散気装置 34 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 29 の上方に弱流動化域 43 を形成する。散気装置 35 からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床 30 の上方に強流動化域 44 を形成する。

主燃焼室 6 の流動層内に 2 つの異なる流動化域が存在する結果、弱流動化域 43 で沈降し、強流動化域 44 で上昇する旋回流が生じる。

一方、熱回収室 7 においても、下部には炉床 31 が構成されており、炉床 31 の下部には風箱 12 が設けられている。風箱 12 には接続口 17 を通して流動化ガス 22 が導入される。また炉床 31 には散気装置 36 が設けられている。散気装置 36 からは実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 31 の上方に弱流動化域 45 を形成する。

上述のようにガス化炉 3、燃焼炉 4 の内部に流動化速度の異なる流動化域を組み合わせることによって、以下のような流れが生じる。

すなわち、ガス化炉 3 の流動層内においては、弱流動化域 41 で流動媒体は沈降流 55 にのって下降する。そして炉床 27 の近くで、強流動

化域 4 2 に向かう水平流 5 6 に転じ、強流動化域 4 2 ではさらに上昇流 5 7 となる。一方、上昇流 5 7 は流動層表面近傍で、中央の弱流動化域 4 1 へ向かう流れ 5 8 と第 1 仕切壁 2 の連絡口 3 7 を通って燃焼炉 4 へ向かう反転流 5 9 とに分岐する。

従って、ガス化炉 3 の流動層内部では弱流動化域で沈降し、強流動化域で上昇する旋回流が形成される一方で、一部の流動媒体は第 1 仕切壁上部の連絡口 3 7 を通って燃焼炉 4 の主燃焼室 6 に導入される。

一方、主燃焼室 6 においても、連絡口 3 7 付近には弱流動化域 4 3 が形成され、また炉床 3 0 の上方には強流動化域 4 4 が形成されているため、主燃焼室 6 の流動層内においても、弱流動化域 4 3 で流動媒体は沈降流 6 0 にのって下降する。そのため、反転流 5 9 によってガス化炉 3 から流入した未燃チャーを含む流動媒体も沈降流 6 0 にのって燃焼炉の内部に飲み込まれ、完全に燃焼する。

そして炉床近くで、一部の流動媒体は第 1 仕切壁 2 の下部連絡口 3 8 を通る還流 6 7 となってガス化炉 3 に戻るほか、強流動化域 4 4 に向かう水平流 6 1 となり、強流動化域 4 4 ではさらに上昇流 6 2 となる。一方、上昇流 6 2 は流動層表面近傍で、弱流動化域 4 3 へ向かう流れ 6 3 と第 2 仕切壁 5 の上部空間を通して、熱回収室 7 へ向かう反転流 6 4 とに分岐する。

従って、燃焼炉 4 の流動層内部では弱流動化域 4 3 で沈降し、強流動化域 4 4 で上昇する流れが形成される一方で、一部の流動媒体は第 2 仕切壁 5 上部を越えて熱回収室 7 に導入され、さらに別の流動媒体は第 1 仕切壁 2 の下部の連絡口 3 8 からガス化炉 3 へ還流する。

一方、熱回収室 7 においては、弱流動化域 4 5 が形成されているので、沈降流 6 5 が生じ、さらに流動媒体は第 2 仕切壁 5 の下部連絡口 4 0 を通る還流 6 6 によって主燃焼室 6 へ戻る。このようにガス化炉 3、燃焼

炉4の主燃焼室6、燃焼炉4の熱回収室7の流動層においては、それぞれ内部の旋回流と相互の循環流とが形成されている。

従って、ガス化炉3の弱流動化域41の上方に可燃物投入口47を設け、可燃物48を投入すると、沈降流55によってガス化炉3の流動層内部に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、部分燃焼、ガス化が行われる。ガス化炉3の炉床部分に供給する流動化ガスの酸素含有量は、投入される可燃物48に対する理論燃焼に必要な酸素量以下に設定されている。この流動化ガスは、空気、水蒸気、酸素、または燃焼排ガスのいずれかであるか、あるいはそれらのうち2つ以上を組み合わせたものからなっている。

一方、未燃チャーを含む流動媒体は反転流59によって主燃焼室6に導入され、そこで沈降流60によって流動層内に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、酸化雰囲気ですべてに燃焼される。図5に示されるように、必要に応じて弱流動化域43の上方に燃料投入口68を設け、補助燃料69を供給することも可能である。

また、フリーボードに複数のノズル53を設け、2次空気54を導入して完全に燃焼させることも必要に応じて行うことができる。

燃焼炉4の主燃焼室6内における燃焼により発生した熱量は、一部が第1仕切壁2の下部連絡口38を通る還流67によってガス化炉3に導入されてガス化熱源となるほか、第2仕切壁上部を越えて熱回収室7に入り、下部連絡口40から主燃焼室6に戻る流動媒体循環流によって、熱回収室の伝熱面46を通じて外部に取り出される。

このように投入された可燃物のエネルギーについて、一部はガスとなって化学エネルギーとして取り出され、ガス化しにくい成分は燃焼炉4にて熱エネルギーに転換して有効に高効率で回収することが可能である。

また、投入される可燃物の中に不燃分が混入していることも多い。そ

のため、本実施例においては、ガス化炉 3 の炉床 28 と燃焼炉 4 の炉床 29 との間に不燃物排出口 23 が設けられており、この排出口 23 から不燃物 25 を排出するようにしている。さらに、補助燃料 69 に不燃物が混入している場合には、特に図示しないが同様に第 2 仕切壁下部付近、主燃焼室炉床と熱回収室炉床の間に不燃物排出口を設け、不燃物を排出してもよい。また、不燃物排出を容易にするため、それぞれの炉床が不燃物出口に向かって下降傾斜面をなしていることが好ましい。燃焼炉 4 において、主燃焼室 6 と熱回収室 7 との境界をなす第 2 仕切壁 5 は、本図では省略し、図 10 に断面を示すが、主燃焼室側においては主燃焼室側に倒れるような傾斜面をなし、一方、熱回収室側は垂直面になっていてもよい。

図 8 および図 9 は廃熱ボイラおよび蒸気タービンと組み合わせて使用される本発明の円筒形流動層ガス化燃焼炉の実施例である。

図 8 に示すように、ガス化炉 3 のガス排出口 49 から排出された生成ガスと、燃焼炉 4 のガス排出口 51 から排出された燃焼排ガスは、それぞれ溶融燃焼炉 101 に導かれ、円筒形の 1 次燃焼室 102 にタンジェンシャル（接線方向）に吹き込まれる。1 次燃焼室 102 及び 2 次燃焼室 103 には、必要に応じて補助燃料 104 が供給され、酸素または空気、あるいはそれらの混合気体が吹き込まれ、1200～1300℃以上で燃焼する。その結果、灰が溶融し、またダイオキシン、PCB などの有害物質が高温で分解される。溶融灰 106 は排出口 105 を出た後、水室 107 で急冷され、スラグ 108 となって排出される。

一方、溶融燃焼炉 101 から排出される高温の燃焼ガスは、廃熱ボイラ 109、エコノマイザー 110、空気予熱器 111 で順次冷却され、集塵機 112、誘引送風機 113 を経て大気に放出される。空気予熱器 111 を出た燃焼ガスには、必要に応じて、集塵機 112 の手前で消石

灰などの中和剤 1 1 4 が添加される。

一方、ボイラ給水 1 1 6 はエコマイザー 1 1 0 を経由して廃熱ボイラ 1 0 9 にて過熱蒸気 1 2 1 となり、蒸気タービンを駆動する。また燃焼用気体 1 1 5 は酸素、空気、あるいはそれらの混合気体として、空気予熱器 1 1 1 で加熱され、熔融燃焼炉 1 0 1、及び燃焼炉 4 のフリーボードに供給される。また、本図には図示していないが流動化ガス 1 8 ~ 2 2 とすることも可能である。また、層内伝熱管 4 6 で得られた蒸気は中圧又は低圧タービンを駆動する。

さらに特に図示はしないが、廃熱ボイラ 1 0 9、エコマイザー 1 1 0、空気予熱器 1 1 1 から排出される灰 1 1 7、1 1 8 は燃焼炉 4 に戻すことも可能である。

一方、集塵機 1 1 2 で捕集された飛灰 1 1 9 は、揮散した Na, K 等のアルカリ金属塩を含む場合には処理機 1 2 0 にて薬品処理される。

図 9 は、本発明の流動層ガス化燃焼炉を大気圧以上の圧力条件で運転する場合の実施例を示す図である。

図 9 では図示しないが、流動層炉 1 そのものを耐圧構造としてもよい。しかし、耐熱機能と耐圧機能を分離したほうが、構造上、有利であるため、本実施例においては、流動層炉 1 を圧力容器 2 0 1 の内部に格納し、ガス化炉 3 及び燃焼炉 4 を大気圧以上で運転することを可能にしている。

燃焼炉 4 からの燃焼ガス排出口 5 1、ガス化炉 3 からの生成ガス排出口 4 9、ガス化炉 3 への可燃物供給口 4 7、燃焼炉 4 の 2 次空気供給口 5 3、およびその他の流動化ガス供給ライン、不燃物排出ラインなどは圧力容器 2 0 1 を貫通している。

本実施例においては、ガス化炉 3 に可燃物 4 8 を供給し、部分燃焼ガス化させる。可燃物供給方法は本図に記載のスクリーによる方法の他、空気輸送や、スラリー状態での供給も可能である。

ガス化炉 3 で発生する未燃チャーのうち生成ガスに同伴するものは、後段に設置したガス冷却装置 202 で 600℃以下に冷却し、例えばガスタービンプレードの高温腐食の原因となる Na, K などのアルカリ金属を固化あるいは粒子表面に固定化し、該粒子を集塵機 203 で捕集したあと燃焼炉 4 に導入して完全燃焼させる。燃焼炉 4 の燃焼排ガスは圧力容器 201 を出たあと、後段に設置したガス冷却装置 204 で 600℃以下に冷却し、この冷却によって Na, K などのアルカリ金属を固化あるいは粒子表面に固定化し、該粒子を集塵機 205 で捕集し排出する。集塵機 203, 205 にはセラミックフィルタを用いることが多いが、他の形式の集塵機でもよい。

高温腐食の原因となる Na, K を取り除いて清浄になった燃焼ガスと、前記ガス化炉 3 を出たあと集塵機 203 で集塵されて清浄になった生成ガスを燃焼器 206 で混合燃焼させるが、それぞれのガスを冷却した分、燃焼器 206 へ持ちこまれる熱エネルギーが低下するので、燃焼器 206 にて高温燃焼させるためには、燃焼炉 4 での空気過剰率をなるべく少なくして運転し、燃焼排ガス量を低減する。そして、燃焼器 206 で燃焼に必要な酸素は、別途、酸素 207 として燃焼器 206 に供給する。

燃焼器 206 からの高温高圧燃焼排ガスは、ガスタービン 209 を高効率で駆動する。ガスタービン 209 はコンプレッサ 210、発電機 211 を駆動する。

ガスタービン 209 を出た排ガスは熱回収装置 212 で冷却されたのち、大気放出される。なお、本実施例においては、タービンプレードの材質が向上すれば、ガス冷却装置 202, 204 は省略してもよい。

一方、可燃物 48 として石炭を使用する場合、石灰石 214 を混合あるいは別途供給して炉内脱硫反応させる。すなわち、ガス化炉 3 にて発生する硫化水素  $H_2S$  を  $CaO$  と脱硫反応させて  $CaS$  とし、生成ガス

に同伴させて集塵機 203 で捕集し、主燃焼室 6 に投入する。

また、ガス化炉 3 から第 1 仕切壁上部の連絡口を通る反転流によって、未燃チャーなどと共に  $CaS$  を含む流動媒体が主燃焼室 6 に導入される。そこで沈降流によって流動層内に飲み込まれ、旋回流によって均一に分散混合し、酸化雰囲気ですべてに燃焼され、また  $CaS$  は  $CaSO_4$  となり、燃焼排ガスに同伴して集塵機 205 で捕集、排出される。さらにガス化炉 3 における炉内脱硫反応が不十分な場合、ガス化炉を出た後、追加の脱硫反応装置 213 を設けることもよい。

図 10 では、仕切壁の構造の一例を示す。

強流動化域 302 に形成される上昇流 304 の方向を変えるように仕切壁 301 が傾斜面 301a を有しており、一方、傾斜面 301a の反対面は垂直面になっており、仕切壁上端を越えた反転流 305 が停滞せず、そのまま沈降流 306 となって弱流動化域 303 を下降するように構成している。本構造は本発明の第 1 仕切壁、第 2 仕切壁のいずれであってもよい。なお、図 1 乃至図 9 に示す実施例において、第 1 仕切壁、第 2 仕切壁に傾斜面を形成することなく、垂直壁としてもよい。

次に、本発明に係る円筒形の流動層ガス化燃焼炉の他の実施例を図 11 及び図 12 を参照して説明する。図 11 は円筒形の流動層ガス化燃焼炉の縦断面図である。図 12 は流動層部分の水平断面を示す。図 11 及び図 12 に示す実施例において、図 6 及び図 7 に示す実施例における要素（又は部材）と同一又は類似した機能を有する要素（又は部材）は同一符号を用いて説明する。

本実施例においては、円筒形流動層炉 1 の内部は、外壁と同心の第 1 仕切壁 2 によって、中央部の円形の燃焼炉 4 と、その外側の円環状の炉部とに分割されている。円環状の炉部は半径方向に延びる複数の第 2 仕切壁 5 によって、複数のガス化炉 3 と複数の熱回収室 7 とに分割されて

いる。第1仕切壁2には複数の矩形状の上部連絡口37、複数の矩形状の下部連絡口38が設けてあり、ガス化炉3と燃焼炉4とが相互に連絡されている。

ガス化炉3にはガス排出口49が設けられ、このガス排出口49から生成ガス50が外部に導出される。また第1仕切壁2は燃焼炉4の主燃焼室6と熱回収室7とを流動床部分においてのみ分割しており、フリーボード部分は燃焼炉4の主燃焼室6と熱回収室7とは一体化しており、それぞれの燃焼排ガスはフリーボード部分で混合されたのち、ガス排出口51から燃焼排ガス52となって外部に導出される。各熱回収室7には伝熱面46が埋設されており、流動媒体から熱回収することができる。また第1仕切壁2には、下部連絡口40が設けてあり、上部開口部39と合わせ主燃焼室6と熱回収室7相互の流動媒体の移動が可能になっている。

燃焼炉4の下部には、中央に炉床27が構成され、この炉床27を取り巻くように円環状の炉床28が構成されている。炉床27、28の下部には風箱8、9が設けられており、風箱8、9にはそれぞれ接続口を通して、流動化ガス18、19が導入される。

一方、炉床27、28には、図6に示す実施例と同様に、それぞれ散気装置32、33が設けられている。散気装置32からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床27の上方に弱流動化域41を形成する。散気装置33からは、実質的に大きな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床28の上方に強流動化域42を形成する。

燃焼炉4の流動層内に2つの異なる流動化域が存在する結果、周囲の円環状範囲の強流動化域42で上昇し、中央に向かって流れ込み、中央部の円形状範囲の弱流動化域41で沈降する旋回流が生じる。

一方、ガス化炉 3 および熱回収室 7 においても、下部には、それぞれ炉床 2 9, 3 1 が構成されており、炉床 2 9, 3 1 の下部には風箱 1 0, 1 2 が設けられている。風箱 1 0, 1 2 にはそれぞれ接続口を通して流動化ガス 2 1, 2 2 が導入される。一方、炉床 2 9, 3 1 には、図 5 に示す実施例と同様に、それぞれ散気装置 3 4, 3 6 が設けられている。散気装置 3 4 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床 2 9 の上方に弱流動化域 4 3 を形成する。散気装置 3 6 からは、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、炉床 3 1 の上方に弱流動化域 4 5 を形成する。

上述のように構成することによって、以下のような流動媒体の流れが生じる。

すなわち、ガス化炉 3 の流動層内においては、弱流動化域 4 3 で流動媒体は沈降流にのって下降する。そして、流動媒体は炉床 2 9 の近くで、下部連絡口 3 8 を通って燃焼炉 4 に流入する。

燃焼炉 4 の主燃焼室 6 の流動層内においては、弱流動化域 4 1 で流動媒体は沈降流にのって下降する。そして炉床 2 7 の近くで、強流動化域 4 2 に向かう水平流に転じ、強流動化域 4 2 ではさらに上昇流となる。一方、上昇流は流動層表面近傍で、中央の弱流動化域 4 1 へ向かう流れと、第 1 仕切壁 2 の連絡口 3 7 を通ってガス化炉 3 へ向かう反転流および第 1 仕切壁 2 の上部開口 3 9 より熱回収室 7 へ向かう反転流とに分岐する。

従って、燃焼炉 4 の流動層内部では弱流動化域で沈降し、強流動化域で上昇する旋回流が形成される一方で、一部の流動媒体は第 1 仕切壁上部の連絡口 3 7 および上部開口 3 9 を通ってガス化炉 3 および熱回収室 7 に導入される。前述したように、ガス化炉 3 に流入した流動媒体は沈降流にのって下降する。

一方、熱回収室 7 においては、弱流動化域 4 5 が形成されているので、沈降流が生じ、さらに流動媒体は第 1 仕切壁 2 の下部連絡口 4 0 を通る還流によって主燃焼室 6 へ戻る。

従って、ガス化炉 3 の弱流動化域 4 3 の上方に可燃物投入口 4 7 を設け、可燃物 4 8 を投入すると、沈降流によってガス化炉 3 の流動層内部に飲み込まれ、部分燃焼、ガス化が行われる。またガス化炉 3 の炉床部分のやや上方にも可燃物投入口 4 7 が形成されている。

可燃物投入口 4 7 は通常ガス化炉の数に対して 1 本ずつ設けるが、大型機の場合ガス化炉が大きくなりガス化炉内の燃料分散が不十分となる場合は、ガス化炉の炉床を分割して流動化の強さを部分的に変えられるようにし、例えばガス化炉内に弱流動化域と強流動化域を形成して内部旋回流を生じさせて燃料の分散を促進することも有効である。

図 1 2 は、ガス化炉の炉床を放射状に 3 分割し、中央部に弱流動化域 4 3 を、両端に強流動化域 4 4 を設けるようにした場合の例を示している。この場合、可燃物は中央の弱流動化域 4 3 に投入され、層内を沈降しながら熱分解、ガス化され、弱流動化域 4 3 の下部で両側の強流動化域 4 4 側に移動する。強流動化域 4 4 では可燃物の流れは上昇流に転じ再び層の上部で、矢印 6 3 で示すように中央の弱流動化域 4 3 側に流れ込む。

主燃焼室 6 からガス化炉 3 へ流入する流動媒体の流れ 5 9 は、主燃焼室 6 から熱分解、ガス化に必要な熱量を流動媒体が顕熱としてガス化炉 3 へ供給するという関係上多い方が望ましい。従って、主燃焼室 6 とガス化炉 3 の第 1 仕切壁の上部開口 3 7 は、開口面積を大きくとるためガス化炉前面にわたるのが望ましいが、ガス化炉内に弱流動化域 4 3、強流動化域 4 4 を形成する場合には、上部開口 3 7 を弱流動化域のみに設けることも有効である。こうすることによって、熱分解、ガス化が不十

分な可燃物が主燃焼室に流入して燃焼することによる、ガス化率の低下を抑制することができる。

一方、ガス化炉 3 内の未燃チャーを含む流動媒体は、下部連絡口 3 8 を通って、主燃焼室 6 に導入され、旋回流によって均一に分散混合し、酸化雰囲気完全に燃焼される。図 1 1 に示されるように、ガス化炉 3 に、必要に応じて弱流動化域 4 3 の上部に燃料投入口 6 8 を設け、補助燃料 6 9 を供給することも可能である。

また、フリーボードに複数のノズル 5 3 を設け、2 次空気 5 4 を導入して完全に燃焼させることも必要に応じて行うことができる。

燃焼炉 4 の主燃焼室 6 内における燃焼により発生した熱量は、一部が第 1 仕切壁 2 の上部連絡口 3 7 を通る流動媒体の流れによってガス化炉 3 に導入されてガス化熱源となるほか、第 1 仕切壁 2 の上部を越えて熱回収室 7 に入り、下部連絡口 4 0 から主燃焼室 6 に戻る流動媒体循環流によって、熱回収室の伝熱面 4 6 を通じて外部に取り出される。

このように投入された可燃物のエネルギーについて、一部はガスとなって化学エネルギーとして取り出され、ガス化しにくい成分は燃焼炉 4 にて熱エネルギーに転換して有効に高効率で回収することが可能である。

また、投入される可燃物の中に不燃分が混入していることも多い。そのため、本実施例においては、燃焼炉 4 の炉床 2 8 とガス化炉 3 の炉床 2 9 との間に不燃物排出口 2 3 を設けるとともに、燃焼炉 4 の炉床 2 8 と熱回収室 7 の炉床 3 1 との間に不燃物排出口 2 3 を設け、これら排出口 2 3 から不燃物 2 5 を排出するようにしている。

以上説明したように、主燃焼室 6 内は中央部の流動化速度が周辺部の流動化速度よりも低く抑えられており、周辺部では激しく流動化し流動媒体が吹き上がり、中央部で沈降移動層を形成するいわゆる内部旋回流が形成されている。

このような構成にすることによって主燃焼室 6 側の高温の流動媒体が第 1 仕切壁 2 を通ってガス化炉 3 側に流入しやすくなり、ガス化に必要な熱量が供給されやすくなり、発熱反応が生じている主燃焼室 6 の熱拡散をも促進することができるので、局所的な高温部が生じにくく、アグロメの発生を抑制することができる。

ガス化炉 3 内はすべて比較的緩やかな流動層を形成させることによって未反応チャーの飛び出しを抑制し、効果的にガス化反応を行わせることが可能になる。主燃焼室 6 からの流動媒体の流入が十分であれば、ガス化炉 3 の流動化ガスは全く酸素を含む必要がなく、その場合はガス化炉 3 内で発熱反応が生じないので、アグロメ形成の可能性が皆無となる。

熱回収室 7 も比較的緩やかな流動層が形成されるが、そのためにアグロメの発生が懸念される場合は流動化ガスの酸素濃度を下げるか、もしくは酸素を含まないガスにて流動化させることで対処できる。

熱回収室 7 のフリーボード部は主燃焼室 6 のフリーボード部と一体化しても良く、その場合は完全燃焼を促進するために必要に応じて二次空気を吹き込むこともできる。熱回収室 7 の流動化ガスの酸素濃度を抑え、熱回収室 7 の上部の酸素濃度がほぼゼロになるような場合は、熱回収室 7 のフリーボード部をガス化炉 3 のフリーボード部と一体化しても良い。

可燃物の性状によって炉内にチャーが蓄積してくるような場合は主燃焼室 6 の周辺部、主燃焼室 6 の中央部、熱回収室 7、ガス化炉 3 の順に流動化ガス中の酸素濃度を高めていくのが有効な対処方法である。逆にチャーが蓄積しない可燃物性状の場合は、ガス化炉 3、熱回収室 7、主燃焼室 6 の中央部、主燃焼室 6 の周辺部の順に酸素濃度を下げることによってより有効なガス化反応を行わせることができる。

図 13 は、本発明に係る流動層ガス化燃焼炉の一種である常圧の流動床石炭ボイラの実施例を示す概略図である。図 13 に示すように、流動

床石炭ボイラの炉内は、ガス化室401、燃焼室402、熱回収室403に3分割され、燃料はガス化室401に供給され熱分解、ガス化される。ガス化室401に隣接して燃焼室402を設け、さらに燃焼室402に隣接して熱回収室403を設ける。常圧の流動床石炭ボイラに本発明を応用する際のフリーボード部はガス化室401、燃焼室402、熱回収室403の上部で一体化され互いに仕切られていない。熱回収室403内には流動媒体から収熱する伝熱面406が設置されている。フリーボード部にはガスの流れ方向に沿って蒸気過熱器404A、蒸発器404Bが順に設けられた構成からなる伝熱面404が設けられている。またフリーボード部の壁面には高さ方向、水平方向に複数の2次空気供給ノズル405A, 405Bが設けられている。伝熱面404, 406の収熱によって生成された蒸気は蒸気タービン407に導かれ、これを駆動する。一方、流動床石炭ボイラより排出された燃焼排ガスは、節炭器408、空気予熱器409、バグフィルタ410を経由して煙突411より排出される。また、ブロワ412より供給された空気は、空気予熱器409により加熱された後、流動床ボイラの底部より炉内に流動化ガスおよび燃焼用ガスとして供給される。

ガス化室401、燃焼室402、熱回収室403の流動化ガスは空気、ガス化室401へは、供給する燃料の理論空気量の約1～2割の空気を供給する。ガス化室401へ供給される空気量の目安としては、燃焼によって生じる熱量と、ガス化反応に必要な熱とガスの顕熱として層から持ち出される熱量の合計を比べた時、前記合計の熱量のほうが前記燃焼によって生じる熱量より若干大きくなる程度の空気量が望ましい。このような空気量であれば、ガス化室401の層温を維持するのに不足する熱量を、隣接した燃焼室402から流入させる流動媒体の熱で補うことができ、ガス化室401の層温制御が容易になるのである。なお、図示されてはいないが、ガス化室401、燃焼室402、熱回収室403の各々の流動化ガスの流量及び組成は、

独立して制御することが可能である。前記組成としては、空気に、酸素及び水蒸気の少なくとも一方を加えた流動化ガスが考えられる。

ガス化室401は800℃～950℃に維持され、そこに供給された燃料は部分燃焼、熱分解、ガス化され、未燃ガス及び部分燃焼によって発生した燃焼ガスの混合ガスはガス化室401の上部のフリーボード部に導かれる。一方、層内に残存した未反応チャーは、ガス化室401と燃焼室402間の粒子循環に伴い燃焼室402側に流入し、そこで完全燃焼する。燃焼室402に供給される空気量は、そこに流入するチャーの燃焼に必要な理論燃焼空気量よりも若干多い。具体的には理論燃焼空気量の約110～120%の空気を供給することにより高温の層温で燃焼が促進されるとともに、脱硫反応と低NO<sub>x</sub>燃焼に最適な800℃～900℃の温度に維持するよう、熱回収室403から低温の流動媒体を必要に応じて適宜供給できるようになっている。

上記のような条件で運転すれば、流動層部（ガス化室401、燃焼室402、熱回収室403）に吹き込む合計の空気比は石炭の性状、特に燃料比によるが、概ね70～90%となり、残りの10～30%分の燃焼反応はフリーボードにて生じることになる。従って、フリーボードへの2次空気吹き込み個所を複数設けておき、必要に応じて吹き込み個所を変えることによって、フリーボードの温度を自在に制御できるのである。

例えば、層内燃焼率が高く、フリーボードのガス温度が低下気味の炭種においては、フリーボードに設けた蒸気過熱器管404A、蒸発器管404Bの上部に2次空気405Bを吹き込むことによってフリーボードの伝熱管404での収熱を抑え、かつボイラ出口の燃焼ガス温度を適正に維持することができる。逆に層内燃焼率の低い炭種においては流動層部に設けた伝熱管406とフリーボードに設けた伝熱管404の間の空間に2次空気405Aを吹き込んで燃焼させた後、フリーボードの伝熱管で収熱することによって

層内での収熱を補うことができる。その中間的な炭種についてはボイラ出口のガス温度を監視しながらフリーボードに設けた伝熱管の上側、下側にそれぞれ吹き込む2次空気405B, 405Aの配分を調節することで最適な状態に調節することができる。

またこのような構成にすることによって、流動床ボイラの据え付け面積を削減することができる。層内燃焼率の高い燃料の場合、通常の流動層燃焼炉で燃焼させると、層内で収熱すべき熱量が多いため、必要な層内伝熱面積が多く必要となり、その層内伝熱管配置のために流動層部の水平断面積が大きくなり、据え付け面積の増大を招く場合があるが、本発明を応用した常圧流動床石炭ボイラは層内燃焼を抑制し、フリーボード燃焼させることができることから、伝熱管のうちフリーボードに配する伝熱面の割合を増加させることができるため、ボイラ形状は縦長になり、水平断面積が減少し、据え付け面積を減少させることができるのである。

なお、前述したように、図1乃至図13に示す実施例において、同一の作用及び機能を有する構成要素は同一符号を付して示されている。

以上説明したように、本発明は以下に列挙する効果を奏する。

(1) 部分燃焼ガス化したあとチャーを完全に燃焼することができるため、ガス化しにくくチャー発生量が多い可燃物であっても、利用することができ、ガス化熔融システムなどのメリットを生かすことができる。

(2) ガス化炉と燃焼炉が一体化しており、コンパクトである。

(3) 未反応チャーの移送が簡便で制御が容易である。即ち、ガス化炉と燃焼炉が一体化していることから、ガス化炉から燃焼炉へのチャーの移送に関しては、配管やバルブなど複雑な機械設備が不要であり、しかも移送量はガス化炉、燃焼炉相互の流動化速度の変化によって制御するため、容易かつシンプルである。また、配管内部での閉塞トラブル

などもない。

(4) ガス化炉のガス化熱源として燃焼炉からの還流流動媒体の保有熱量が有効に利用できるため、ガス化炉への空気の投入量を減らすことができ、ガス化効率の向上と、単位体積あたりのガスの発熱量を増加させることが可能となる。

(5) ガス化炉における燃料分散が良好である。即ち、ガス化炉流動層内部における旋回流により、燃料の飲み込みがよく滞留時間を長くとれるほか、分散混合がよいので均一な部分燃焼ガス化が可能であり、また燃料の供給箇所も少なくてよい。

(6) 不燃物を含む燃料であっても利用できる。

(7) 大気圧以上で運転することにより、さらに高効率を得ることができる。即ち、従来の加圧流動床ボイラにおいては、ガスタービン入口温度が850～900℃であったのに対し、石炭をガス化炉で部分燃焼によりガス化し、残りの可燃分は燃焼炉で完全燃焼して、それぞれの炉から排出される生成ガスと燃焼排ガスをガスタービンに導入することによって、ガスタービン入口での燃焼ガス温度を1300℃以上にあげることができる。その結果、送電端効率を42%～46%へと大幅に向上させることができる。

(8) 燃焼炉が内部循環流動床ボイラであることにより、以下の効果を奏する。

- 1) 燃焼炉での発生熱を高効率で回収できる。
- 2) 負荷変化時の制御について、流動層の層高変化の必要がなく、熱回収室の流動化速度を変化させることで簡単に対応できる。
- 3) 流動層の層高変化の必要がないので、流動媒体貯留槽や移送配管などの設備が不要であり、設備が簡素化できる。
- 4) 負荷変化時においても流動層温度および燃焼ガス温度を一

定に制御でき、ガスタービン効率が安定している。

5) 熱回収室が弱流動化域であるため、層内伝熱管の摩耗が少なく、そのため流動媒体に硬い珪砂の使用が可能であり、灰の排出量が少なくてすむ。

また、本発明の流動層ガス化燃焼炉の一種である流動床石炭ボイラにおいては、炭種が変化しても、ボイラの伝熱面を変更又は改造することなく対応することができる。

#### 産業上の利用の可能性

本発明は、都市ごみおよび産業廃棄物を含む廃棄物、あるいは石炭などの固形燃料をガス化して燃焼させるシステムに利用可能である。

## 請求の範囲

1. 流動層炉であって、複数の仕切壁によってガス化炉と燃焼炉の主燃焼室と熱回収室とに分割し、

前記ガス化炉および主燃焼室の少なくとも一方には流動媒体の旋回流を形成し、ガス化炉と主燃焼室との間で流動媒体の循環流を形成し、

さらに前記熱回収室と主燃焼室との間に流動媒体の循環流を形成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

2. 流動層炉を第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割し、該第1仕切壁には上下に連絡口を設けるとともに、該ガス化炉と該燃焼炉にはその内部に強流動化域と弱流動化域を設けるとともに、該第1仕切壁を介して一方の炉の強流動化域と他方の炉の弱流動化域が相接するように組み合わせ、該燃焼炉においては、更に第2の仕切壁にて主燃焼室と熱回収室に分割し、該第2仕切壁には上下に連絡口を設けるとともに、熱回収室内部には弱流動化域を形成するとともに熱伝達面を配置したことを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

3. 流動層炉であって、第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は下部と、上部すなわち流動層表面近傍で相互に連絡するように開口を有し、

前記ガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、

前記第1仕切壁と離れた区域は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、該弱流動化域には可燃物を投入するように構成し、

前記強流動化域における前記上昇流の一部は、流動層表面近傍で前記弱流動化域に向かう流れとなって、ガス化炉の流動層内に旋回流を形成するとともに、一部は反転流となって、前記第1仕切壁上部の連絡口から燃焼炉へ流入し、

前記第1仕切壁を介した前記燃焼炉においては、さらに第2仕切壁を設けて流動層部分を主燃焼室と、熱回収室とに分割し、

前記第2仕切壁は下部の連絡口で主燃焼室と熱回収室を相互に連絡するとともに、上端部は流動層表面近傍までとして、フリーボード部分においては、主燃焼室と熱回収室とを一体化させ、

前記主燃焼室においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記第1仕切壁に近い区域の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域とし、また第2仕切壁に近い区域は実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域とする結果、

弱流動化域には流動媒体の沈降流を生じさせ、該沈降流の一部は、第1仕切壁の下部連絡口からガス化炉へ還流してガス化炉と主燃焼室との間に循環流を生じ、

また強流動化域には流動媒体の上昇流を生じさせ、該上昇流の一部は第1仕切壁側の弱流動化域に向かう流れとなって、主燃焼室流動層内にも旋回流を生じるとともに、一部は反転流となって第2仕切壁を越えて熱回収室に入り、

前記熱回収室においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成する結果、主

燃焼室から第2仕切壁上部を越えて熱回収室に入った流動媒体が熱回収室で沈降し、該第2仕切壁の下部連絡口を通して主燃焼室に還流するような循環流を構成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

4. 前記ガス化炉の炉床部分に供給する流動化ガスの酸素含有量は、投入可燃物に対する理論燃焼に必要な酸素量以下であることを特徴とする請求項3記載の流動層ガス化燃焼炉。

5. 前記ガス化炉の炉床部分に供給する流動化ガスは、空気、水蒸気、酸素、または燃焼排ガスのいずれかであるか、あるいはそれらのうち2つ以上を組み合わせたものであることを特徴とする請求項3又は4記載の流動層ガス化燃焼炉。

6. 前記ガス化炉と燃焼炉との境界をなす第1仕切壁は、ガス化炉側においてはガス化炉側に倒れるような傾斜面をなし、一方燃焼炉側は垂直面であることを特徴とする請求項3乃至5のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

7. 前記燃焼炉において、主燃焼室と熱回収室との境界をなす第2仕切壁は、主燃焼室側においては主燃焼室側に倒れるような傾斜面をなし、一方、熱回収室側は垂直面であることを特徴とする請求項3乃至6のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

8. 前記ガス化炉と燃焼炉との間の炉床部分に不燃物排出口を設けたことを特徴とする請求項3乃至7のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃

焼炉。

9. 前記燃焼炉において、主燃焼室と熱回収室の間の炉床部分に不燃物排出口を設けたことを特徴とする請求項3乃至7のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

10. 前記ガス化炉と燃焼炉との間の炉床部分に不燃物排出口を設けるとともに、前記燃焼炉においては主燃焼室と熱回収室の間の炉床部分に不燃物排出口を設けたことを特徴とする請求項3乃至7のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

11. 炉床が不燃物排出口に向かって傾斜下降していることを特徴とする請求項8又は9又は10記載の流動層ガス化燃焼炉。

12. 前記燃焼炉において、フリーボード部分に2次空気を投入するように構成したことを特徴とする請求項3乃至11のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

13. 前記燃焼炉において、弱流動化域に補助燃料を投入するように構成したことを特徴とする請求項3乃至12のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

14. 前記ガス化炉及び燃焼炉から取り出された排出ガスを、それぞれ熔融炉に導入合流させ、排出ガスに含まれる可燃性ガス、可燃分を含む微粒子を1200℃以上の高温で燃焼させ、灰分を熔融させることを特徴とする請求項3乃至13のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

15. 前記ガス化炉及び燃焼炉を大気圧以上で運転することを特徴とする請求項3乃至14のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

16. 前記ガス化炉及び燃焼炉を大気圧以上で運転し、かつ取り出された排出ガスをそれぞれ集塵し、その後ガスタービンに導入したことを特徴とする請求項3乃至13のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

17. 前記ガス化炉及び燃焼炉を大気圧以上で運転し、かつ取り出された排出ガスをそれぞれ冷却したあと集塵し、その後ガスタービンに導入したことを特徴とする請求項3乃至13のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

18. 大気圧以上で運転するために、圧力容器内に流動層ガス化燃焼炉を内蔵したことを特徴とする請求項15乃至17のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼システム。

19. 流動層炉であって、第1仕切壁でガス化炉と燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は下部と、上部すなわち流動層表面近傍に開口部を有してガス化炉と燃焼炉を相互に連絡し、

前記ガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記第1仕切壁に近い側の流動化部分を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、

前記第1仕切壁と離れた区域は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、該弱流動化域に可燃

物を投入するように構成し、

前記強流動化域における上昇流の一部は、流動層表面近傍で前記弱流動化域に向かう流れとなって、ガス化炉流動層内に旋回流を形成するとともに、一部は反転流となって、前記第1仕切壁上部の連絡口から燃焼炉へ流入し、

前記燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記ガス化炉との第1仕切壁に近い区域を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、

前記第1仕切壁と離れた区域は、実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせて、流動層内に旋回流を形成させる結果、

前記ガス化炉から仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉に流入した流動媒体は、燃焼炉内の旋回流によって流動層内を下降しつつ、未ガス化成分であるチャーが燃焼し、高温となった流動媒体の一部は炉底付近で第1仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流することによって、ガス化炉における熱分解ガス化の熱源として作用することを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

20. 流動層炉であって、同心の第1仕切壁で円筒形状のガス化炉とその周囲に形成される円環状の燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、

前記該第1仕切壁に囲まれた円筒形状のガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、

前記第1仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、一部は前記第1仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉へ流入し、一部は中央の弱流動化域に向かう流れとして、ガス化炉の流動層内に旋回流を形成するとともに、該弱流動化域に可燃物を投入するように構成し、

前記第1仕切壁外側の円環状の燃焼炉においては、半径方向に第2仕切壁を設けて流動層部分を複数の主燃焼室と、熱回収室とにそれぞれ分割し、

前記第2仕切壁は下部の連絡口で主燃焼室と熱回収室を相互に連絡するとともに、上端部は流動層表面近傍までとし、フリーボード部分においては主燃焼室と熱回収室とを一体化させ、

前記主燃焼室においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記主燃焼室の中央部でかつガス化炉との連絡口付近の流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として、流動媒体の沈降流を生じさせ、一部は第1仕切壁の下部連絡口を通してガス化炉へ還流するとともに、一部は第2仕切壁側の実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域に向かう流れとなり、かつ該強流動化域では流動媒体は上昇流となり、その結果、主燃焼室流動層内に旋回流を生じるとともに、上昇流の一部は第2仕切壁上部を越える反転流となって熱回収室に入り、

前記熱回収室においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成し、主燃焼室から第2仕切壁上部を越えて熱回収室に入った流動媒体が熱回収室で沈降し、該第2仕切壁の下部連絡口を通過して主燃焼室に還流するような循環流を構成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とす

る流動層ガス化燃焼炉。

21. 前記ガス化炉の炉床部分に供給する流動化ガスの酸素含有量は、投入可燃物に対する理論燃焼に必要な酸素量以下であることを特徴とする請求項20記載の流動層ガス化燃焼炉。

22. 前記ガス化炉の炉床部分に供給する流動化ガスは、空気、水蒸気、酸素、または燃焼排ガスのいずれかであるか、あるいはそれらのうち2つ以上を組み合わせたものであることを特徴とする請求項20又は21記載の流動層ガス化燃焼炉。

23. 前記ガス化炉と燃焼炉との境界をなす第1仕切壁は、ガス化炉側においてはガス化炉側に倒れるような傾斜面をなし、一方燃焼炉側は垂直面であることを特徴とする請求項20乃至22のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

24. 前記燃焼炉において、主燃焼室と熱回収室との境界をなす第2仕切壁は、主燃焼室側においては主燃焼室側に倒れるような傾斜面をなし、一方、熱回収室側は垂直面であることを特徴とする請求項20乃至23のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

25. 前記ガス化炉と燃焼炉との間の炉床部分に不燃物排出口を設けたことを特徴とする請求項20乃至24のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

26. 前記燃焼炉において、主燃焼室と熱回収室の間の炉床部分に不燃

物排出口を設けたことを特徴とする請求項 20 乃至 24 のいずれか 1 項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

27. 前記ガス化炉と燃焼炉との間の炉床部分に不燃物排出口を設けるとともに前記燃焼炉においては主燃焼室と熱回収室の間の炉床部分に不燃物排出口を設けたことを特徴とする請求項 20 乃至 24 のいずれか 1 項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

28. 炉床が不燃物排出口に向かって傾斜下降していることを特徴とする請求項 25 又は 26 又は 27 記載の流動層ガス化燃焼炉。

29. 前記燃焼炉において、フリーボード部分に 2 次空気を投入するように構成したことを特徴とする請求項 20 乃至 28 のいずれか 1 項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

30. 前記燃焼炉において、弱流動化域に補助燃料を投入するように構成したことを特徴とする請求項 20 乃至 29 のいずれか 1 項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

31. 前記ガス化炉及び燃焼炉から取り出された排出ガスを、それぞれ溶融炉に導入合流させ、排出ガスに含まれる可燃性ガス、可燃分を含む微粒子を 1200℃以上の高温で燃焼させ、灰分を溶融させることを特徴とする請求項 20 乃至 30 のいずれか 1 項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

32. 前記ガス化炉及び燃焼炉を大気圧以上で運転することを特徴とす

る請求項20乃至31のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

33. 前記ガス化炉及び燃焼炉を大気圧以上で運転し、かつ取り出された排出ガスをそれぞれ集塵し、その後ガスタービンに導入したことを特徴とする請求項20乃至30のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

34. 前記ガス化炉及び燃焼炉を大気圧以上で運転し、かつ取り出された排出ガスをそれぞれ冷却したあと集塵し、その後ガスタービンに導入したことを特徴とする請求項20乃至30のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼炉。

35. 大気圧以上で運転するために、圧力容器内に流動層ガス化燃焼炉を内蔵したことを特徴とする請求項32乃至34のいずれか1項に記載の流動層ガス化燃焼システム。

36. 流動層炉であって、同心の第1仕切壁で円筒形状のガス化炉とその周囲に形成される円環状の燃焼炉に分割するとともに、該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、

前記該第1仕切壁に囲まれた円筒形状のガス化炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、

前記第1仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、一部は前記第1仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉へ流入し、一部は中央の

弱流動化域に向かう流れとして、ガス化炉の流動層内に旋回流を形成するとともに、該弱流動化域に可燃物を投入するように構成し、

前記燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

前記ガス化炉との第1仕切壁に近い区域を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、

また第1仕切壁と離れた区域は、実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、

ガス化炉から仕切壁上部の連絡口を通して燃焼炉に流入した流動媒体は流動層内を下降しつつ、未ガス化成分であるチャーが燃焼し、高温となった流動媒体の一部は炉底付近で第1仕切壁下部の連絡口からガス化炉へ還流することによって、ガス化炉における熱分解ガス化の熱源として作用することを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

37. 流動層炉であって、同心の第1仕切壁によって円筒形状の燃焼炉とその周囲に形成される円環状のガス化炉を有した炉部に分割するとともに、該第1仕切壁は上部の流動層表面近傍及び下部で相互に連絡するように開口を有し、

前記該第1仕切壁に囲まれた円筒形状の燃焼炉においては、流動層内に異なる流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設け、

中心付近の円筒状範囲の流動層を実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として流動媒体の沈降流を生じさせ、

前記第1仕切壁に近い円環形状範囲の流動層を実質的に大きな流動化速度を与えられた強流動化域として流動媒体の上昇流を生じさせ、一部は前記第1仕切壁上部の連絡口を通してガス化炉へ流入し、一部は中央の弱流動化域に向かう流れとして、燃焼炉の流動層内に旋回流を形成す

るとともに、該弱流動化域に可燃物を投入するように構成し、前記第1仕切壁外側の円環状のガス化炉を有した炉部においては、半徑方向に第2仕切壁を設けて流動層部分を複数のガス化炉と、熱回収室とにそれぞれ分割し、

前記ガス化炉においては、散気装置を炉床部分に設け、流動層は実質的に小さな流動化速度を与えられた弱流動化域として、流動媒体の沈降流を生じさせ、流動媒体を第1仕切壁の下部連絡口を通して燃焼炉へ環流し、

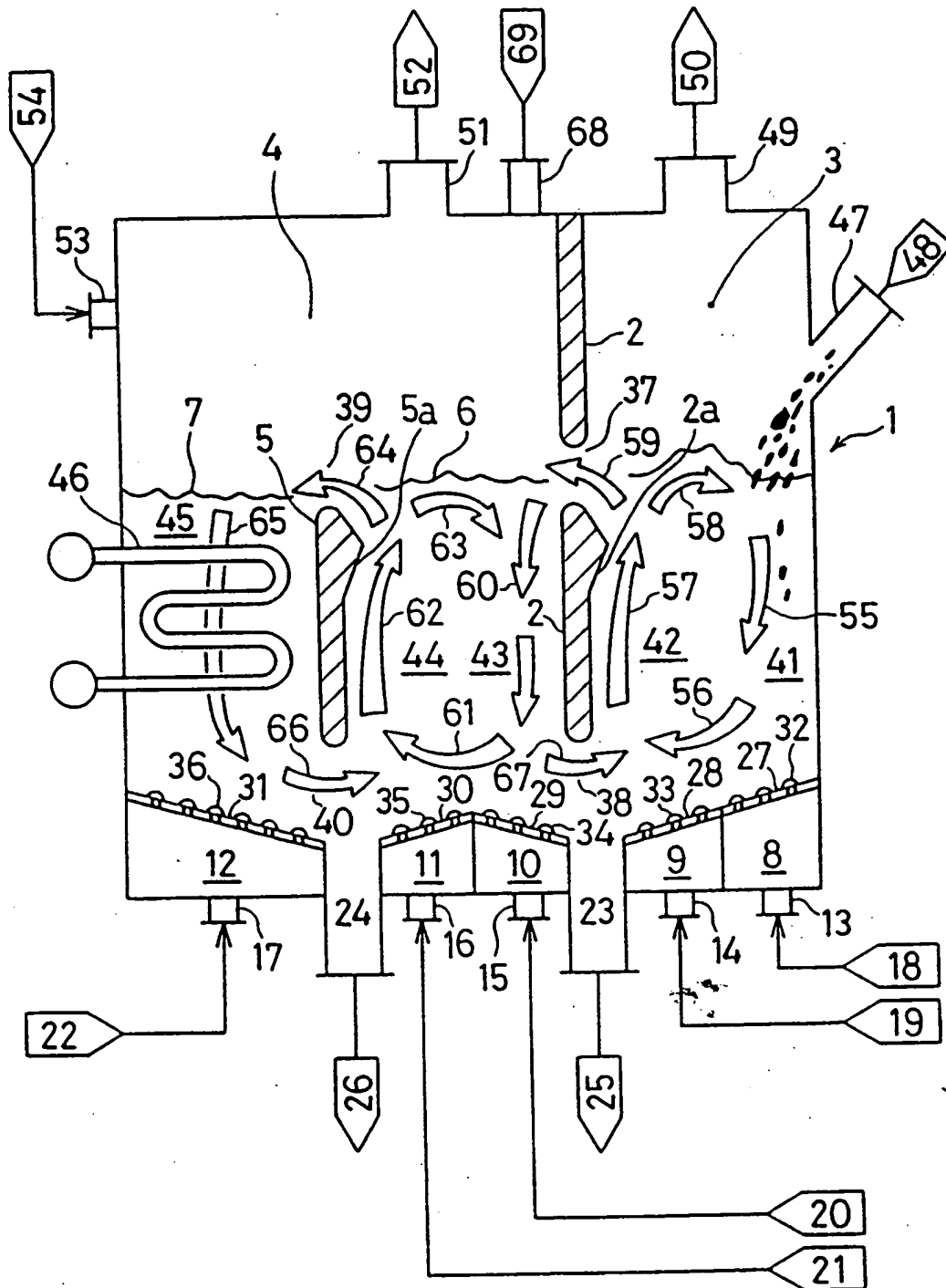
前記熱回収室には前記燃焼炉内の流動媒体の一部が前記第1仕切壁の開口を通して流入し、熱回収室内においては、流動層内に実質的に小さな流動化速度を与えるような散気装置を炉床部分に設けて弱流動化域を形成し、主燃焼室から熱回収室に入った流動媒体が熱回収室で沈降し、前記第1仕切壁の下部連絡口を通過して主燃焼室に還流するような循環流を構成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

38. 流動層炉であって、複数の仕切壁によってガス化室と燃焼室と熱回収室とに分割し、前記ガス化室および燃焼室の少なくとも一方には流動媒体の旋回流を形成し、ガス化室と燃焼室との間で流動媒体の循環流を形成し、さらに前記熱回収室と燃焼室との間に流動媒体の循環流を形成し、熱回収室流動層内には伝熱面を配置したことを特徴とする流動層ガス化燃焼炉。

39. 前記ガス化室、燃焼室および熱回収室の上方のフリーボード部に、燃焼ガスから収熱する伝熱面を配置したことを特徴とする請求項38記

載の流動層ガス化燃焼炉。

FIG. 1



2/16

FIG. 2

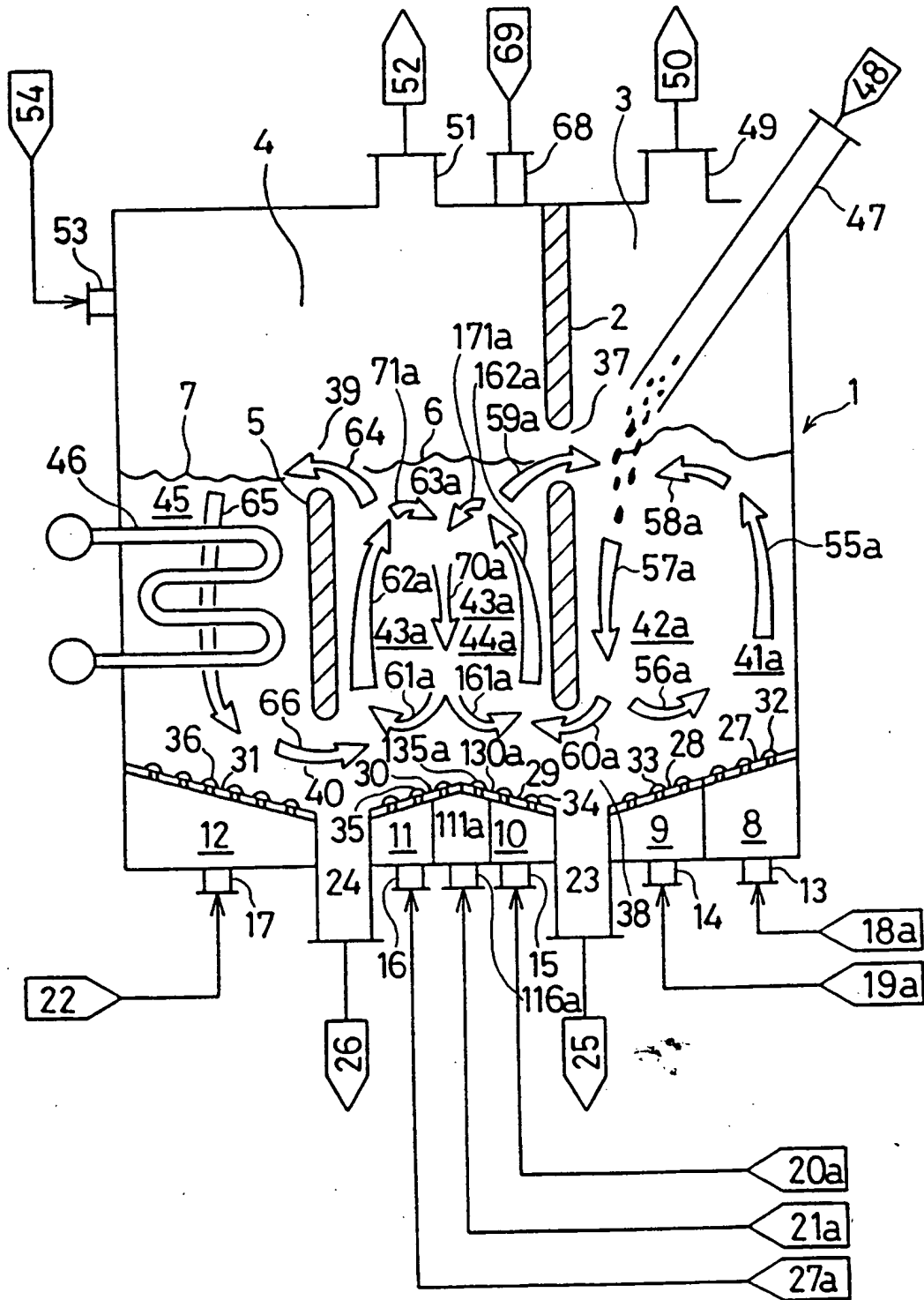


FIG. 3

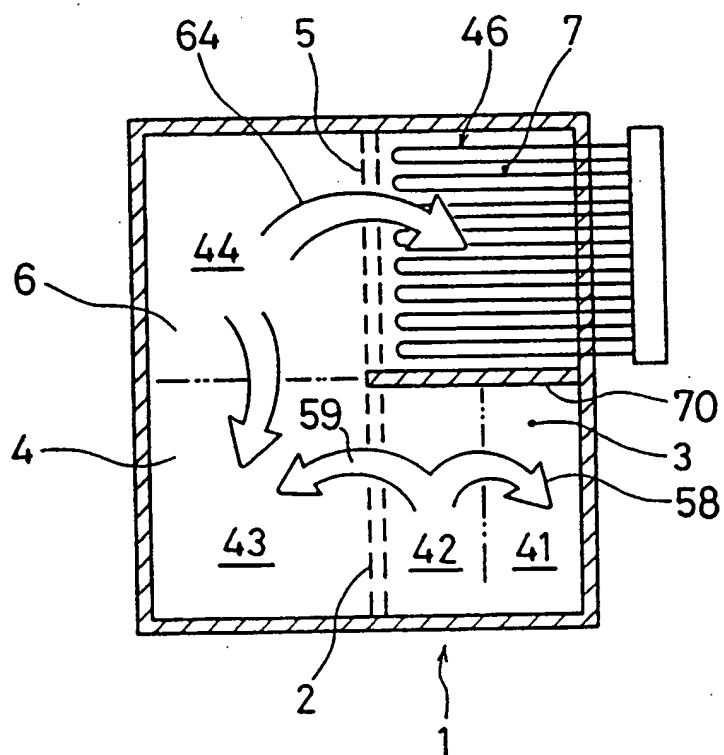


FIG. 4

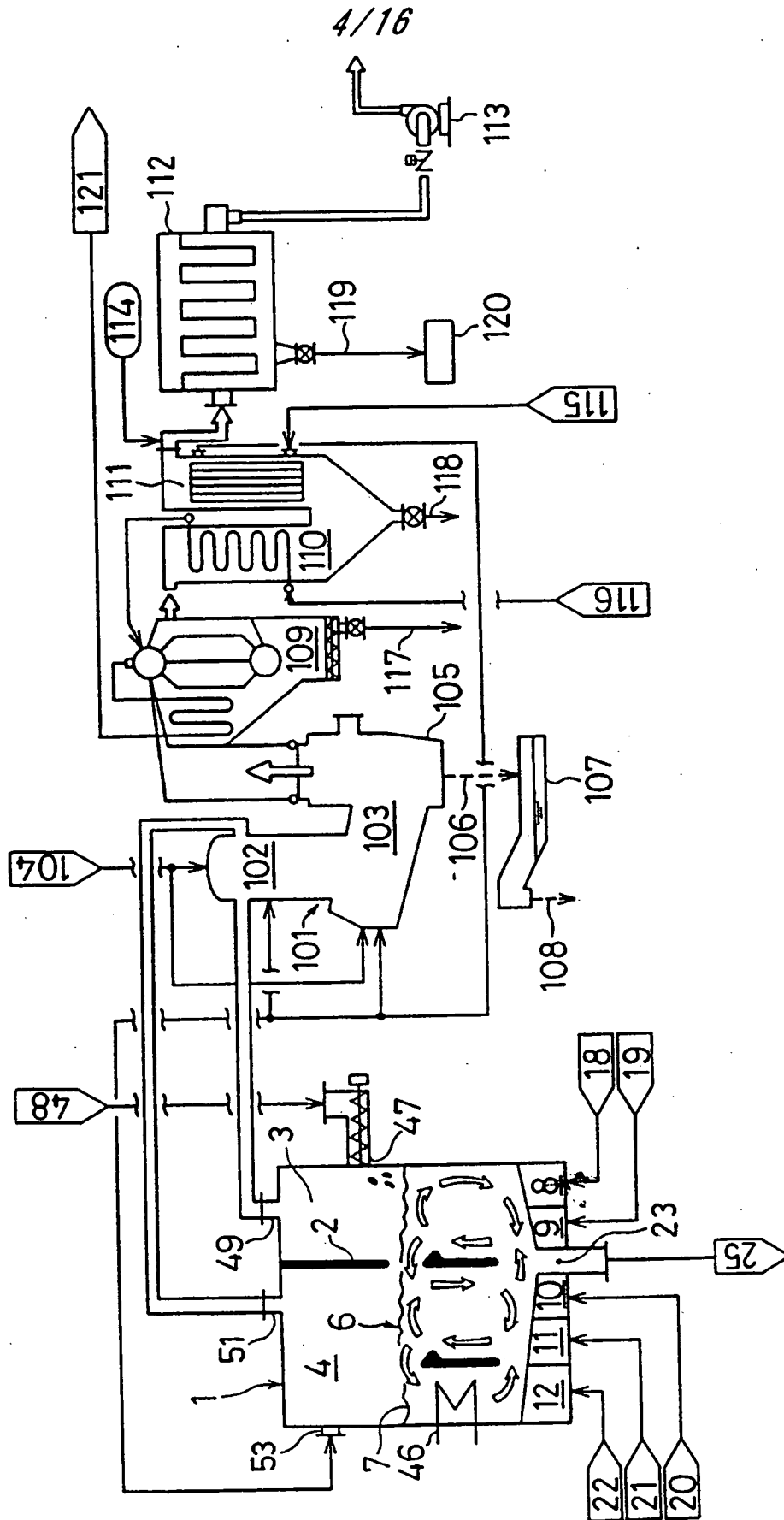




FIG. 6

6/16

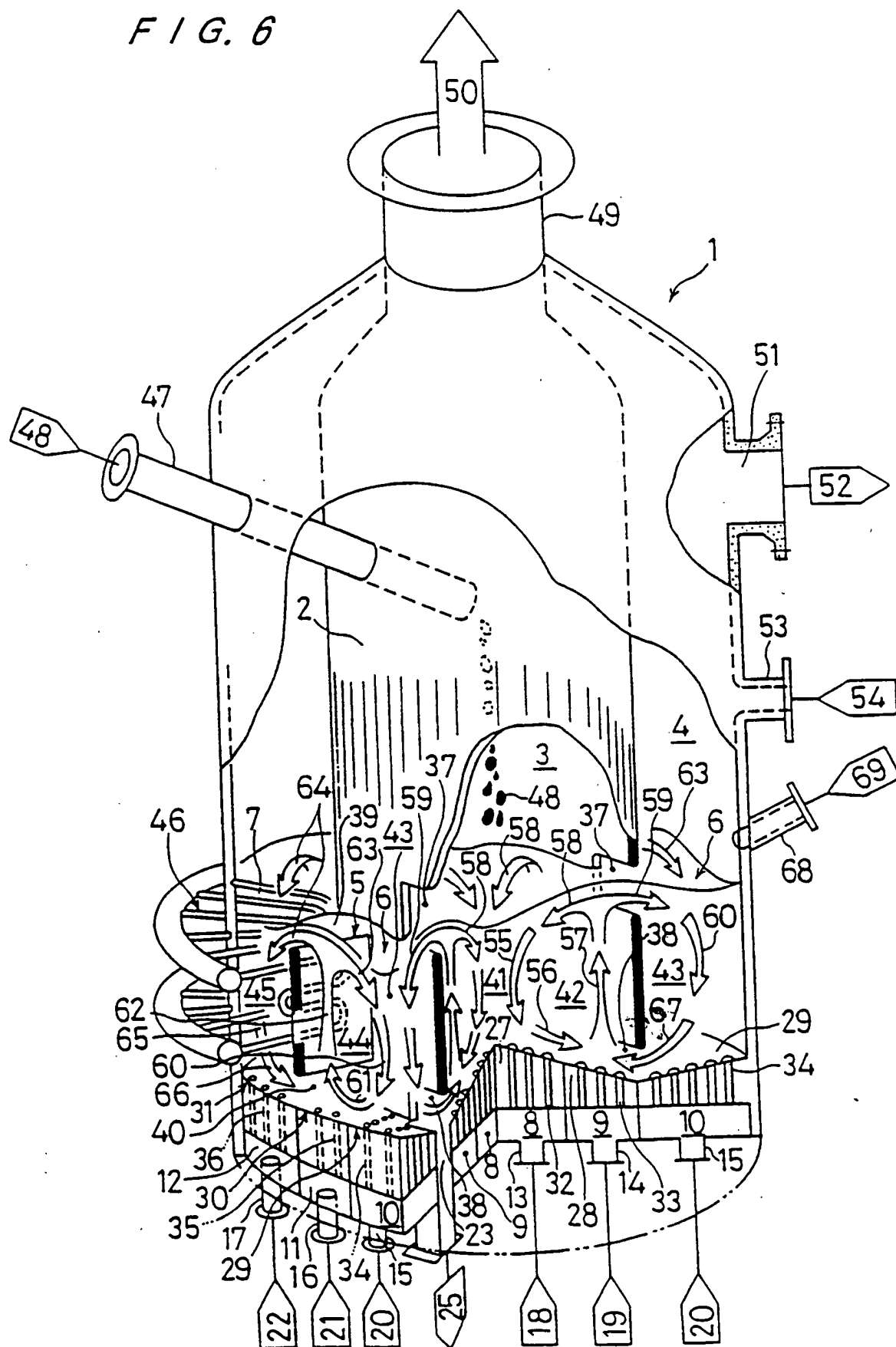


FIG. 7

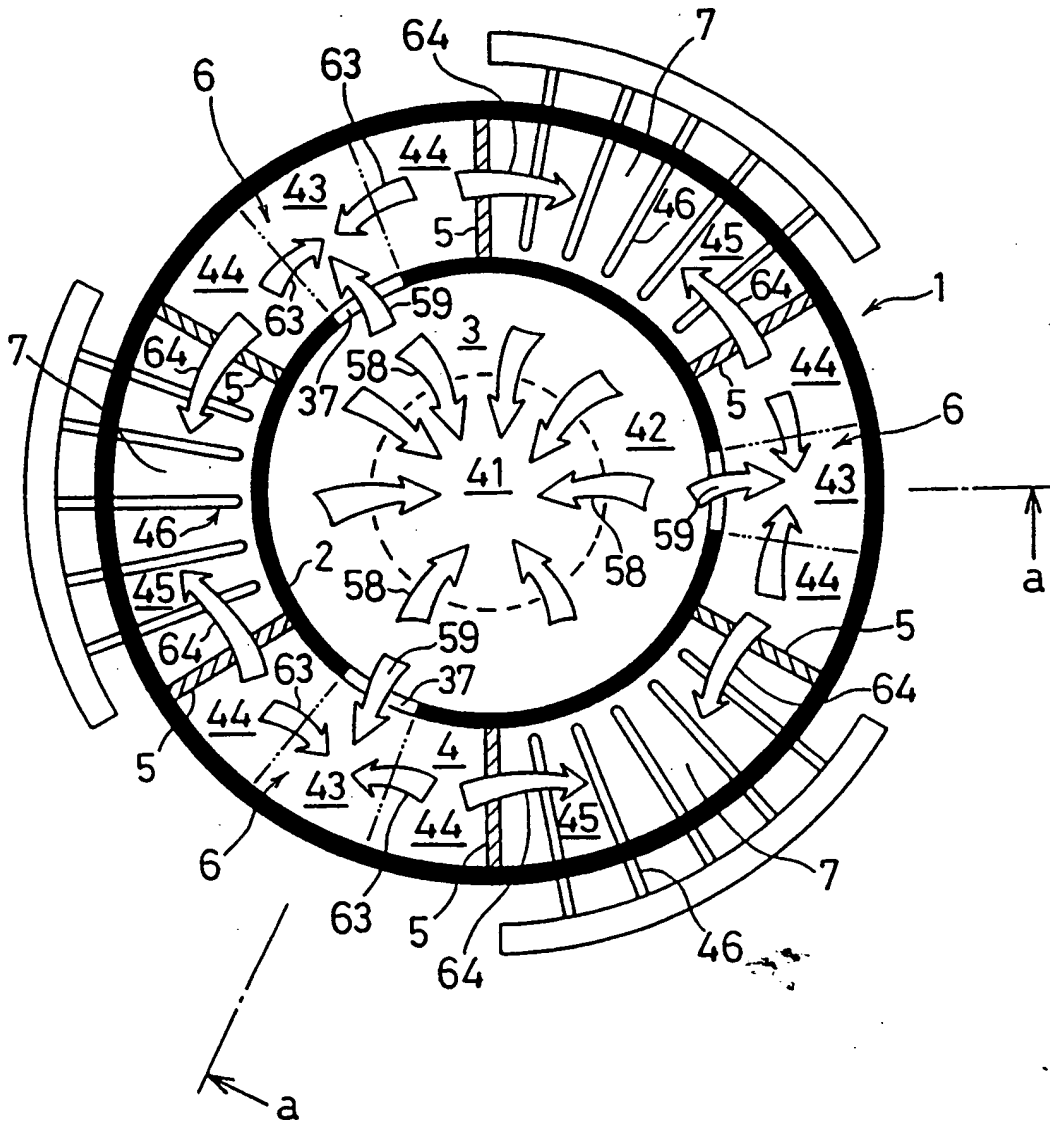
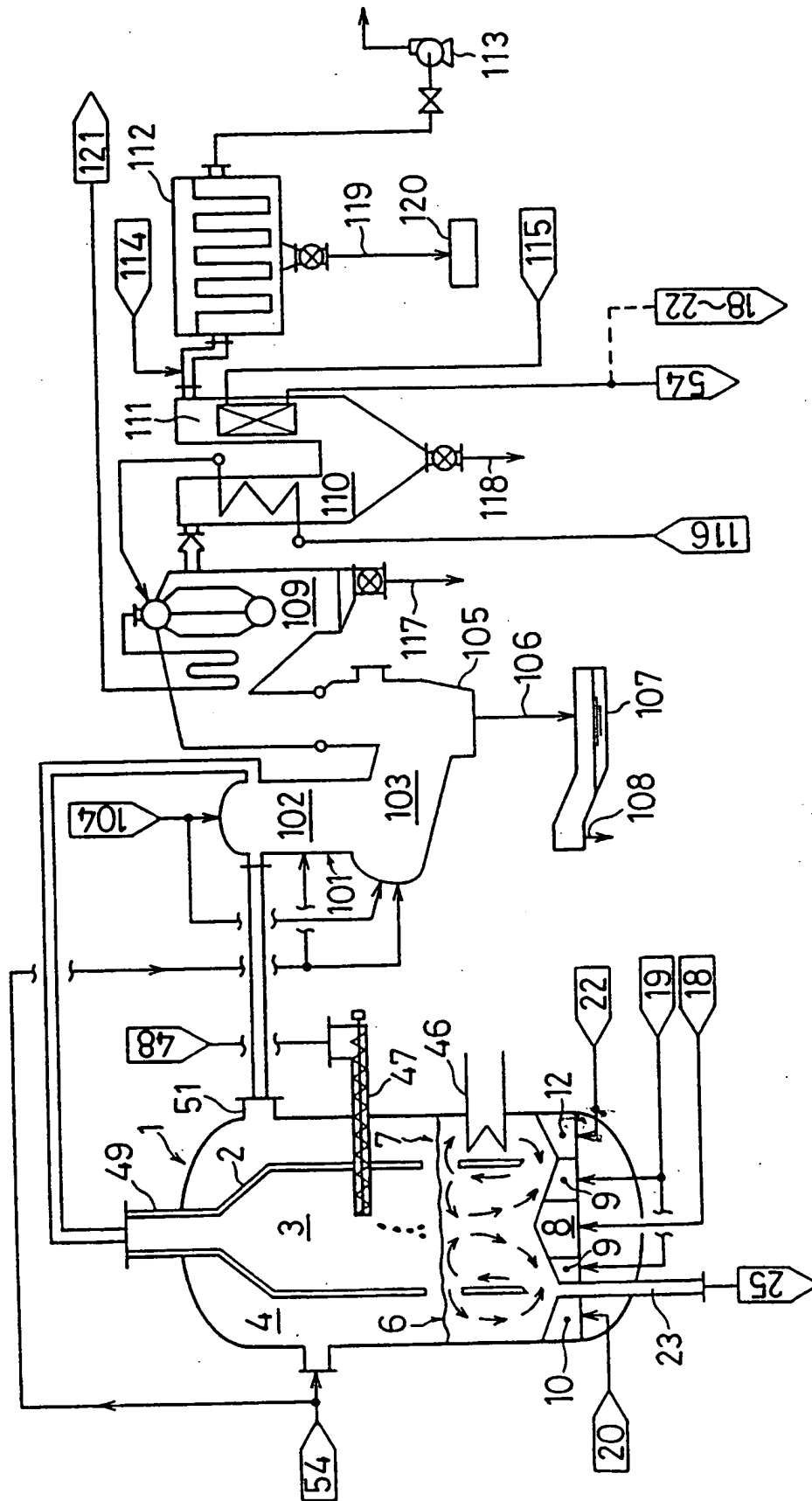


FIG. 8



F I G. 9

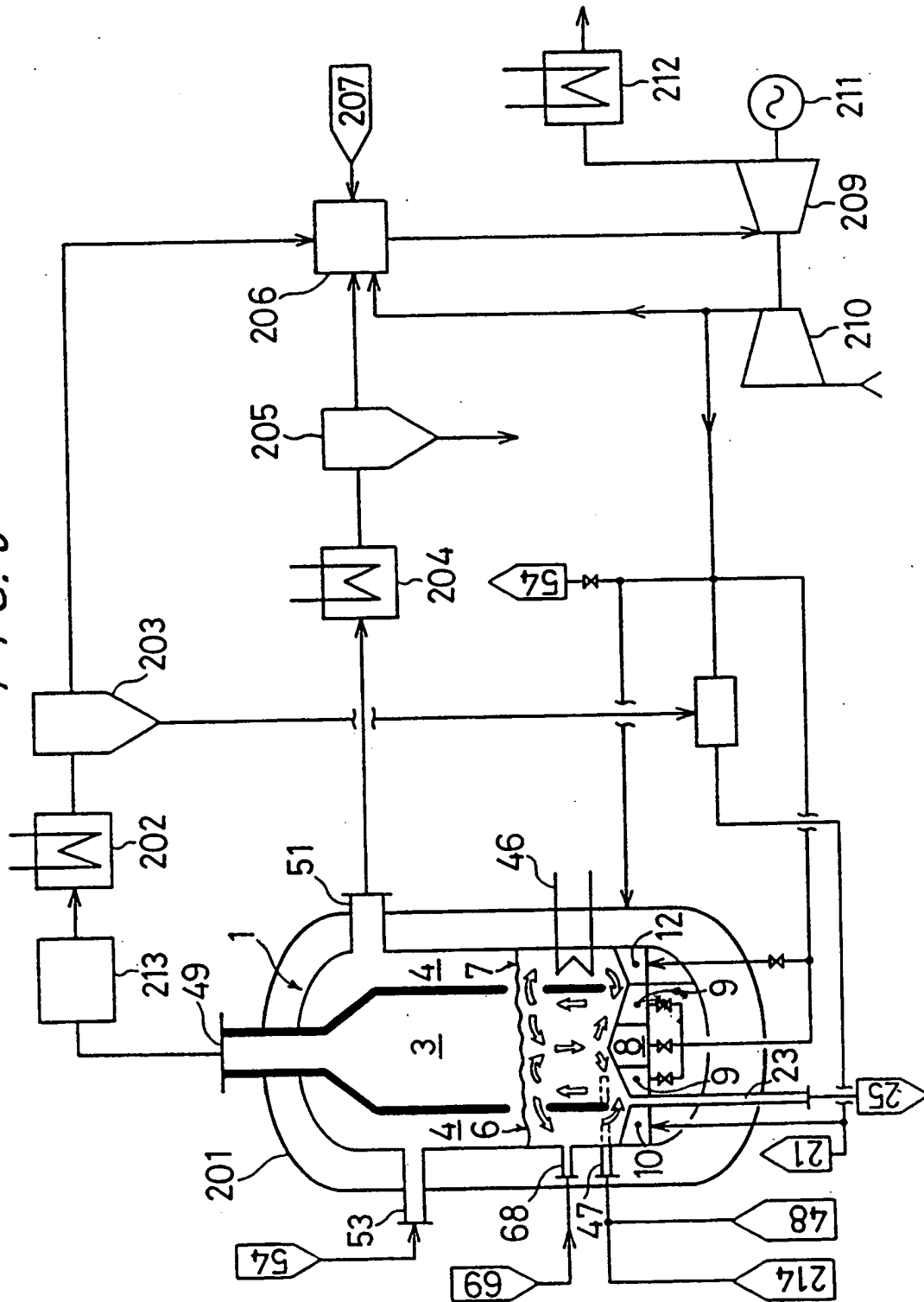


FIG. 10

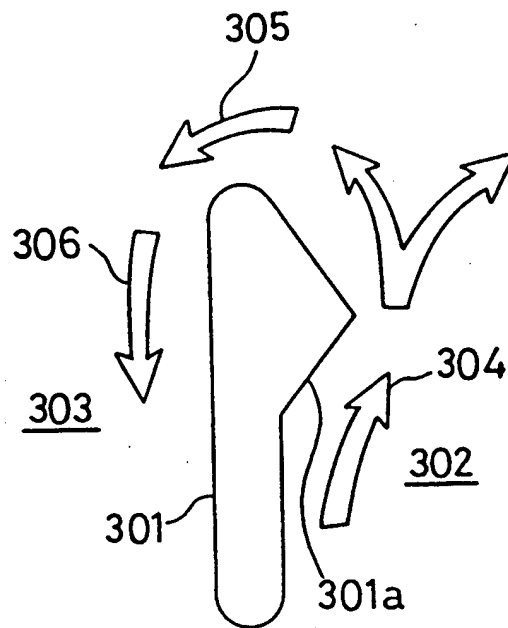
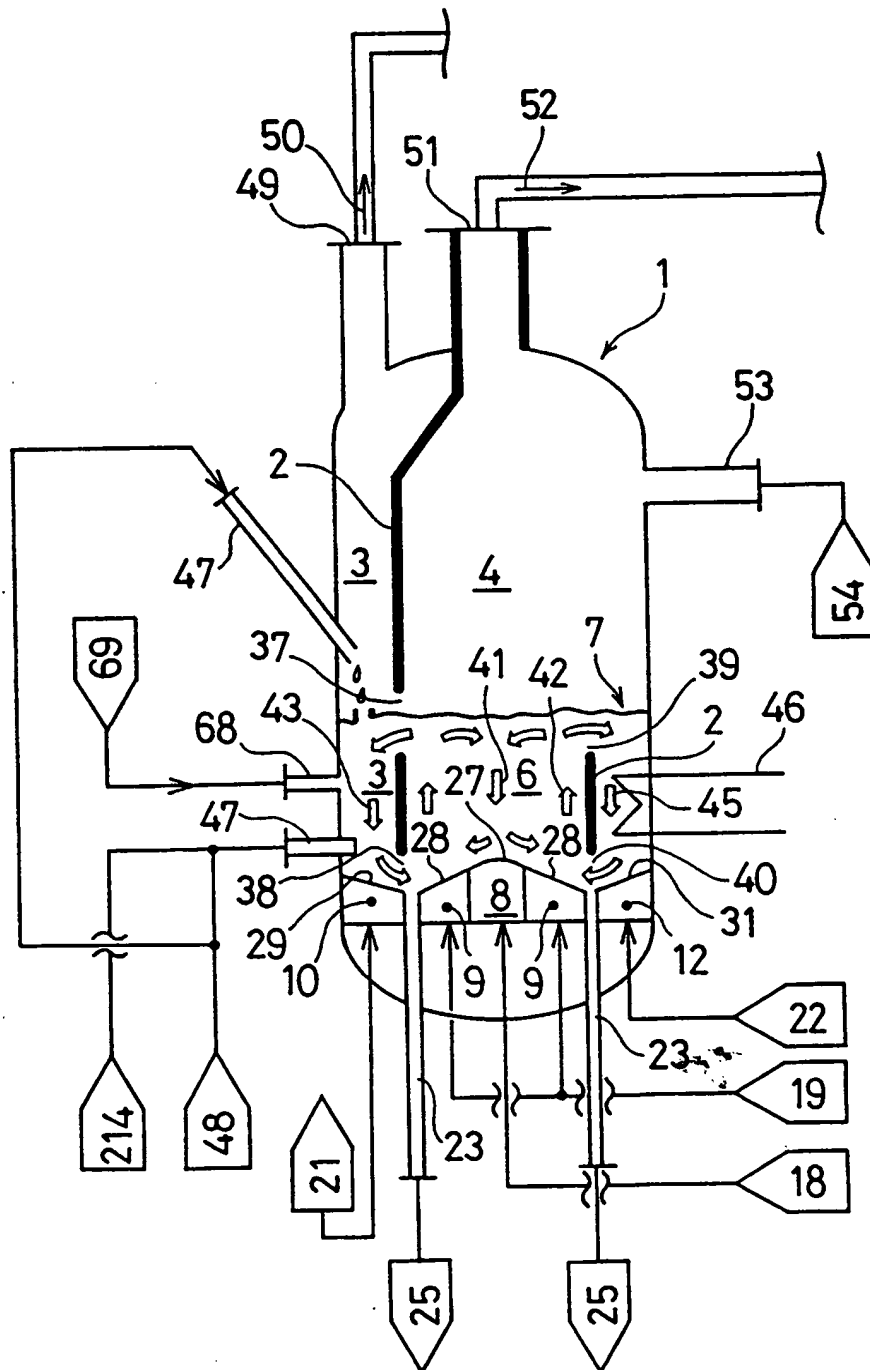


FIG. 11



*FIG. 12*

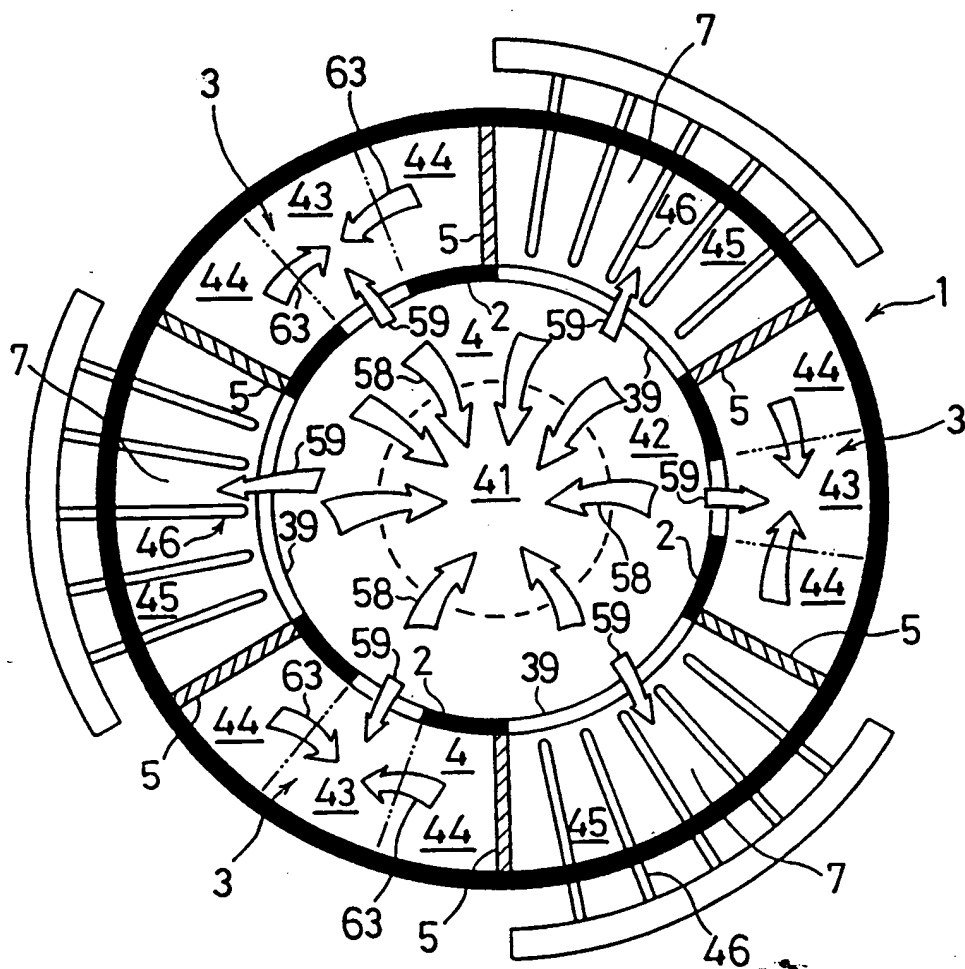


FIG. 13

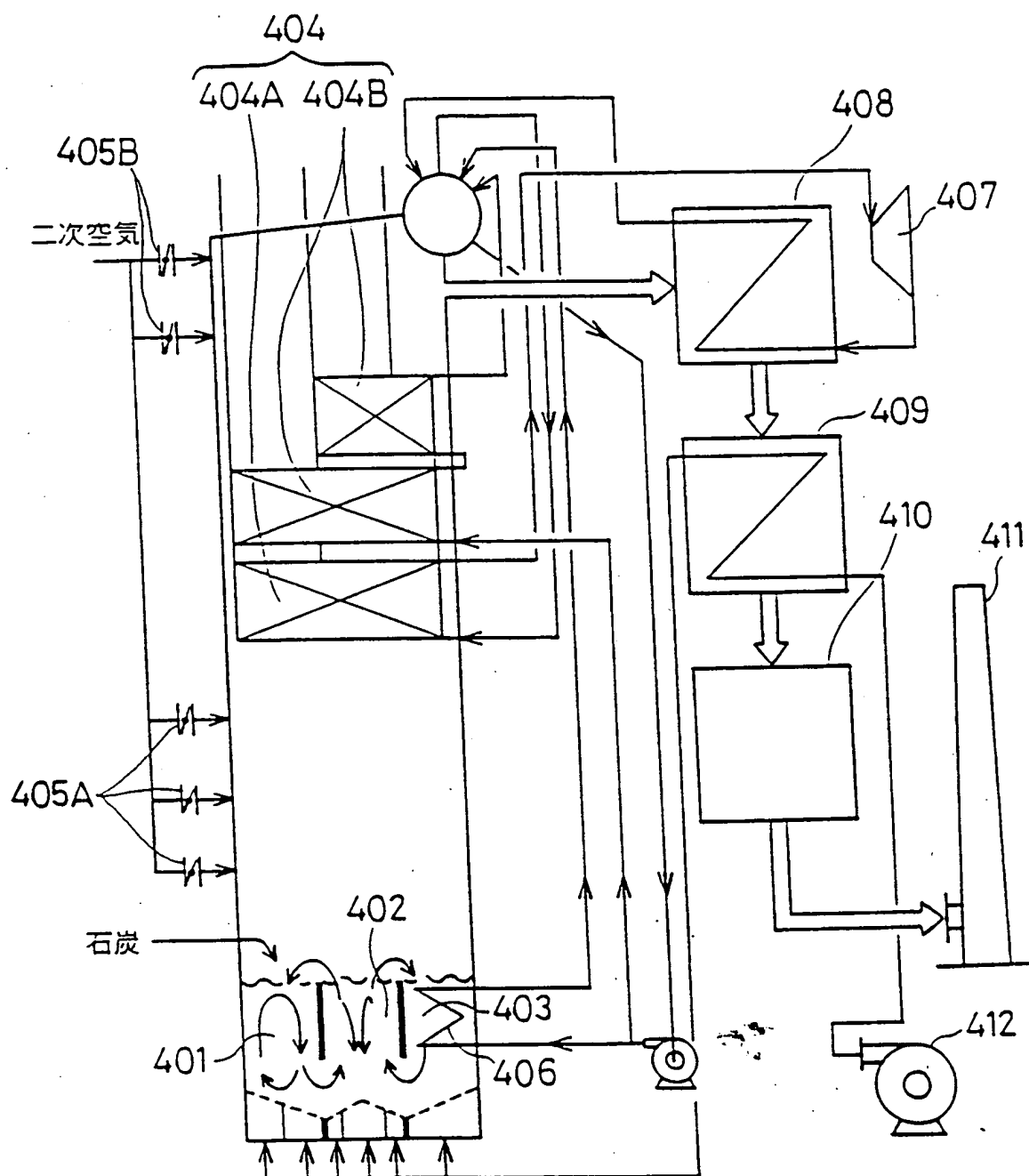
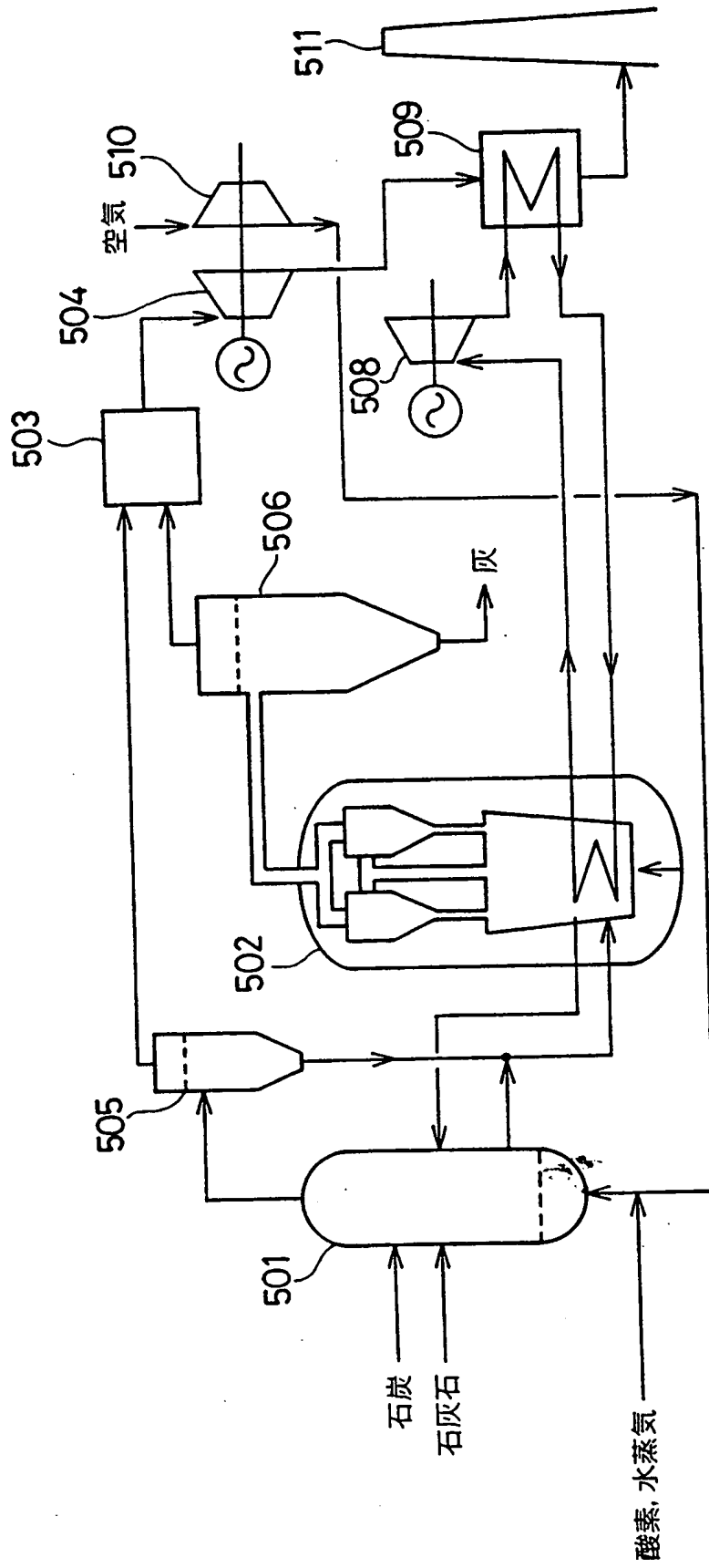
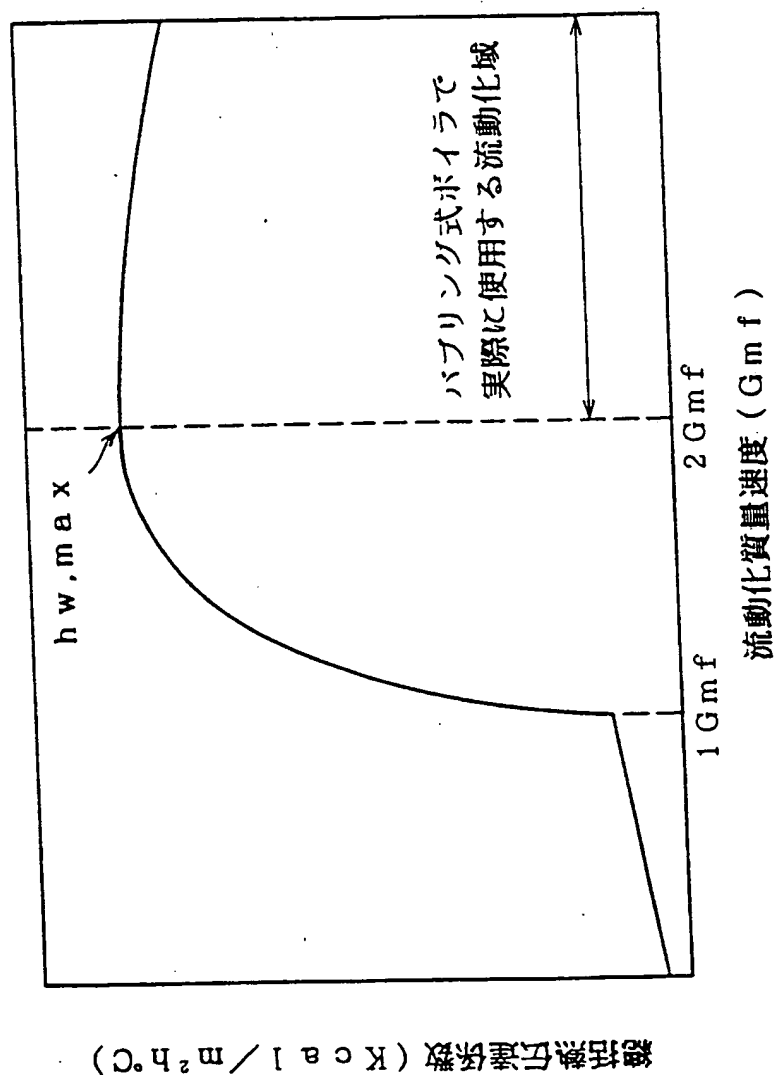


FIG. 14



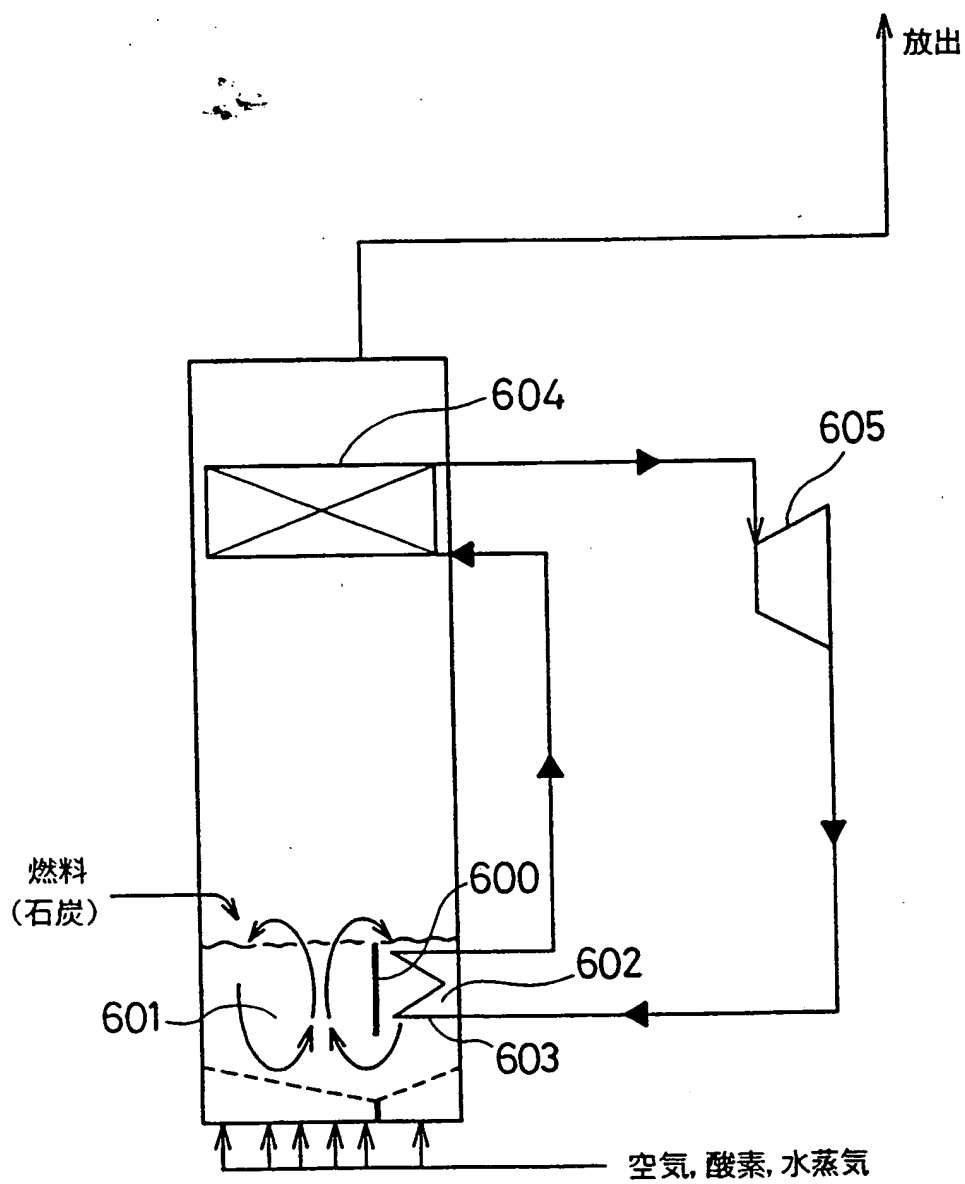
15/16

FIG. 15



16/16

FIG. 16



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04011

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>6</sup> F27B15/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl<sup>6</sup> F27B15/00, F23C11/02, F22B1/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996	Jitsuyo Shinan Toroku
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1998	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1998	1996 - 1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
	Refer to Box C (the continuation)	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

January 27, 1998 (27. 01. 98)

Date of mailing of the international search report

February 3, 1998 (03. 02. 98)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/04011

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 1-95208, A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), April 13, 1989 (13. 04. 89), Fig. 2 (There are three rooms. Refer to the drawing in respect to the circulation) (Family: none)	1
A	JP, 7-269828, A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), October 20, 1995 (20. 10. 95), Figs. 5, 6 (See guide means 50) (Family: none)	6, 7, 23, 24
A	JP, 7-109282, B (Ebara Corp.), November 22, 1995 (22. 11. 95), Fig. 4 (See the swirl); Fig. 7 (Family: none)	8-11, 25-28

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 97/04011

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>o</sup> F27B15/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>o</sup> F27B15/00 F23C11/02 F22B1/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996

日本国公開実用新案公報 1971-1998

日本国登録実用新案公報 1994-1998

日本国実用新案登録公報 1996-1998

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	C (続き) 欄参照	

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27. 01. 98

国際調査報告の発送日

03.02.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山本 一正

印

4 K

7454

電話番号 03-3581-1101 内線 3434

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P, 1-95208, A (三井造船株式会社), 13. 4月, 1989 (13. 04. 89) 第2図 (3室あり、循環している点参照) (ファミリーなし)	1
A	J P, 7-269828, A (川崎重工株式会社), 20. 10月, 1995 (20. 10. 95) 図5、6 (案内手段50等参照) (ファミリーなし)	6、7 23、24
A	J P, 7-109282, B (株式会社荏原製作所), 22. 11月, 1995 (22. 11. 95) 第4図 (旋回流等参照)、第7図 (ファミリーなし)	8-11 25-28